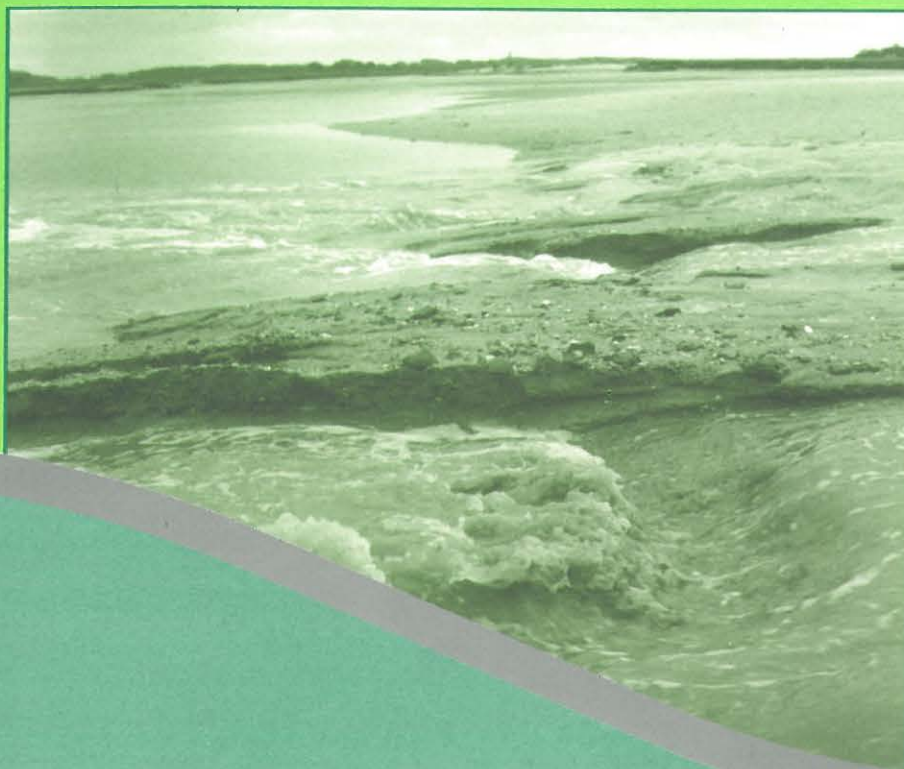




**LB&P** ecologisch advies bv



## Natuurreservaat "Het Zwin"

Onderzoek naar structurele oplossingen  
om de natuurwaarden van het Zwin in  
stand te houden



**ECONNECTION**

Studie- en adviesbureau voor landinrichting en terreinbeheer

## Natuurreservaat "Het Zwin"

### Onderzoek naar structurele oplossingen om de natuur- waarden van het Zwin in stand te houden

#### Onderzoek en samenstelling:

LB&P ecologisch advies BV  
Econnection CV

Rapportnummer: 70010

#### Opdrachtgevers:

Ministerie van Verkeer en Waterstaat;

- Rijkswaterstaat Directie Zeeland

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap;

- afdeling Waterwegen Kust

- AMINAL, afdeling Natuur

Datum: mei 1996



AMINAL

# Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Gebiedsbeschrijving	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Relevant beleid	3
2.3	Uitgevoerde maatregelen	3
2.4	Ecologische waarden	4
2.5	Landschappelijke waarden	10
2.6	Natuureducatieve en natuurrecreatieve waarde	11
3	Systeembeschrijving	13
3.1	Abiotische processen	13
3.2	Relatie abiotiek, vegetatie en fauna	15
4	Uitgangspunten, scenario's op hoofdlijnen, beoordelingscriteria en basisstudies	21
4.1	Uitgangspunten	21
4.2	Scenario's op hoofdlijnen	21
4.3	Beoordelingscriteria	25
4.4	Basisstudies	27
5	Effectbeschrijving	29
5.1	Algemeen	29
5.2	Scenario SPO: Spontane Ontwikkeling	29
5.3	Scenario HAZ: Handhaven Zandvang	32
5.4	Scenario KBI: Verhogen komberging binnen het huidige Zwin-gebied	37
5.5	Scenario KBE: Verhogen komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder	43
5.6	Scenario ESP: Extra Spuiwerking	47
6	Vergelijking van de scenario's	53
6.1	Methode	53
6.2	Resultaat	62

7	Alternatieve scenario's en conclusies	63
7.1	Inleiding	63
7.2	Scenario SPO*: Spontane ontwikkeling inclusief het stopzetten van onderhoud aan de zeereepduinen en inclusief extra spuiwerking	64
7.3	Scenario KBI*: grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied	66
7.4	Scenario KBE*: grootschalig verhogen van de komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en verbreden en verdiepen van de hoofdgeul	70
7.5	Vergelijking aanvullende scenario's	80
7.6	Conclusies	82
7.7	Leemten in kennis	85
8	Geraadpleegde literatuur	87

## Bijlagen

1	Vegetatiebeschrijving
2	Relatie vegetatie en ecologische factoren
3	Avifauna
4	Hoogtemetingen Willem Leopoldpolder
5	Resultaten modelberekeningen zandtransport
6	Beoordeling scenario's
7	Sterkteberekening Belgische duin voor het Zwin
8	Resultaten modelberekeningen zandtransport alternatieve scenario's



## SAMENVATTING

### PROBLEEMSTELLING EN DOEL

Het Zwin is een internationaal belangrijk natuurgebied met landschappelijke waarden en een grote recreatieve betekenis. Door verzanding dreigt het gebied langzaam maar zeker zijn speciale karakter te verliezen. De huidige maatregelen, waarbij tweejaarlijks grote hoeveelheden zand worden afgevoerd, bieden geen structurele oplossing en leiden tot een ongewenste verstoring van het gebied.

De Technische Werkgroep van de Internationale Zwincommissie zoekt daarom naar betere oplossingen. Zij heeft LB&P ecologisch advies BV en Econnection CV opdracht gegeven een aantal scenario's voor het tegengaan van de verzanding uit te werken en te evalueren.

Het hoofddoel van deze studie is als volgt samen te vatten:

**Het formuleren van maatregelen waarmee het Zwin als zout intergetijdengebied en schorren- en slikkengebied zo goed mogelijk wordt veilig gesteld, zowel vanuit het oogpunt van natuurbehoud als vanuit andere belangen waaronder beheer en kosten.**

Het Zwin is het restant van een zeearm, die is afgedamd, deels is ingepolderd en in de loop van de tijd verzandt. Ondanks de afwijkende ontstaansgeschiedenis vinden op dit moment in het Zwin gelijksoortige processen plaats als bij sluffers aan een aangroei kust. De verzanding van het Zwin is daarom ook een natuurlijk proces. De mate waarin hier verzanding plaatsvindt wordt echter mede beïnvloed door de zandsuppleties op de stranden van Knokke.

### DE WAARDEN VAN HET ZWIN

Het behoud van de huidige waarden van het Zwin wordt nagestreefd mede omdat het gebied zowel van **internationaal, nationaal als regionaal belang** is. Slikken- en schorrengebieden zijn erg zeldzaam langs de duinkusten van Noordwest-Europa. Langs de Belgische kust is het Zwin het enige semi-sluffersysteem.

Het **vóórkomen van zilte vegetaties** bepaalt in belangrijke mate de vegetatiekundige waarde van het gebied. Overstromingsduur, overstromingsfrequentie en de samenstelling van de bodem zijn belangrijke stuurvariabelen die het **vóórkomen** van de kenmerkende vegetaties bepalen. Een verzanding en ophoging van de gebieden leidt tot het verdwijnen van die vegetaties waaraan het Zwin momenteel zijn waarde ontleent.

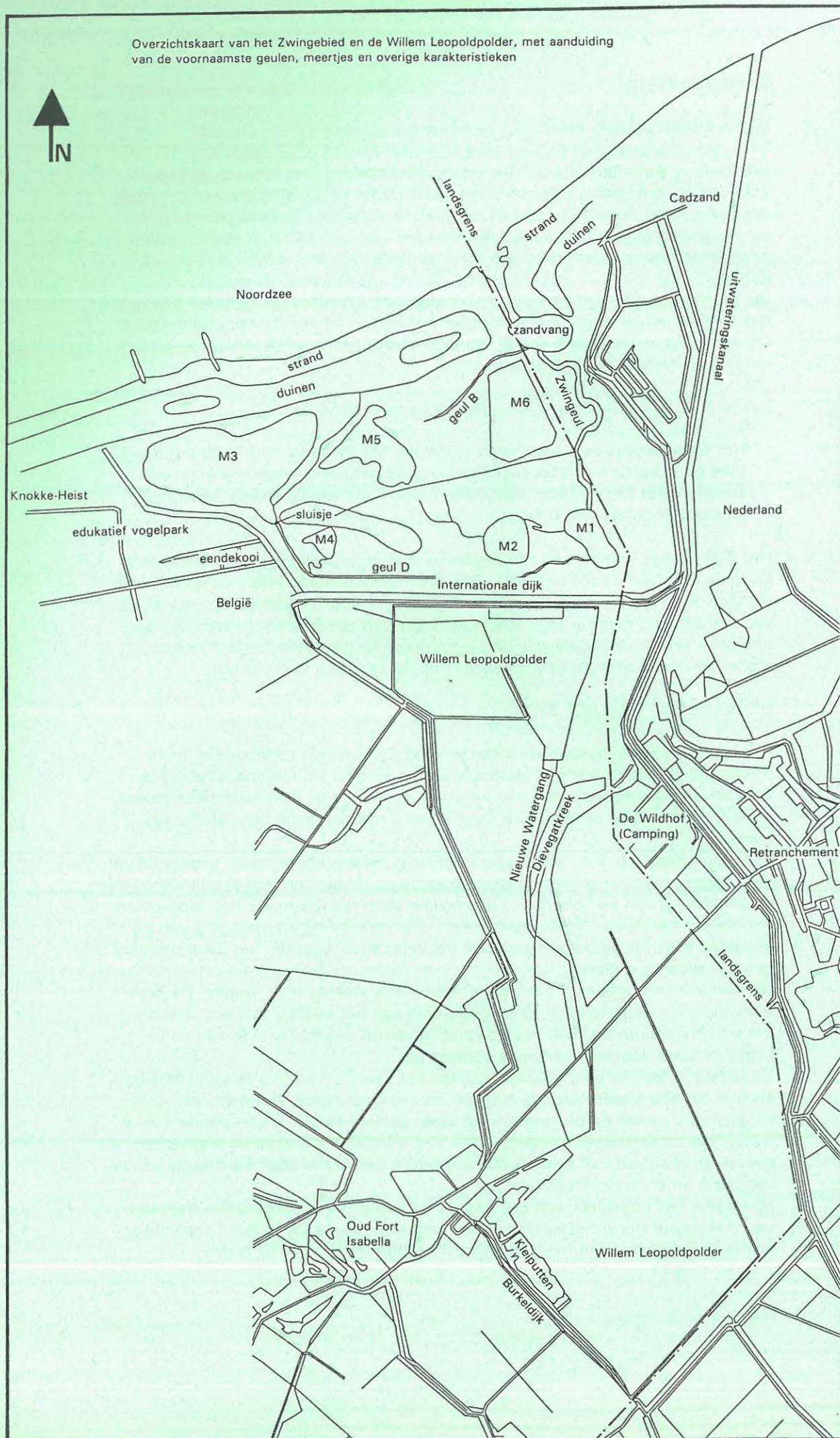
Uit faunistisch oogpunt is het gebied vooral van waarde voor **vogels**. De kenmerkende vogelsoorten zijn direct gebonden aan het voorkomen van schorren, slikken en open water. Door de verzanding neemt de oppervlakte aan voorkeursbiotopen voor kenmerkende soorten af.

De landschappelijke aantrekkelijkheid van het Zwin is kortweg te karakteriseren als een **typisch kustlandschap** met een mozaïek van vegetatietypen, een grillig verloop van kreken en plassen en een open landschap. Door verzanding verdwijnt het karakteristieke vegetatiepatroon, verdwijnen kreken en plassen en neemt de openheid van grote delen van de Zwinvlakte af door verruiging van de vegetatie en door struweelvorming.

Met name het vogelpark van het Zwin is een belangrijke **toeristische trekpleister**. Daarnaast wordt het opengestelde gedeelte van de Zwinvlakte veelvuldig bezocht. De Zwinvlakte heeft een **positieve uitstraling voor de regio**.



Overzichtskaart van het Zwingebied en de Willem Leopoldpolder, met aanduiding van de voornaamste geulen, meertjes en overige karakteristieken





## SCENARIO'S EN VARIANTEN

Om te komen tot een meer structurele oplossing om de verzanding van het Zwin tegen te gaan of te vertragen is een aantal scenario's en varianten opgesteld (tabel A). Een korte omschrijving en waar mogelijk een situatieschets van de scenario's en varianten is op de volgende pagina's gegeven.

Tabel A Scenario's en varianten die in het project onderling worden vergeleken

Scenario (variant)	Omschrijving	Oppervlak	Aanvullende maatregel		Modelberekening WL
		(%)	Extra spui- werking	Natuurontwik- keling Willem Leopoldpolder	
SPO	Spontane ontwikkeling				
SPO*	Spontane ontwikkeling inclusief het stopzetten van onderhoud aan de zeereepduinen en inclusief extra spuiwerking				
HAZ	Handhaven zandvang				T6
(HAZ-nwl)				+	
KBI	Verhogen komberging binnen het huidige natuurgebied				
(KBI-M1M2)					T3
(KBI-M5M6)					T16
KBI*	Grootschalig verhogen komberging binnen het huidige natuurgebied				
(KBI*-min)					T27
(KBI*-max)					T28
KBE	Verhogen komberging door ontpolderen Willem Leopoldpolder				
(KBE-100)		100%			T19
(KBE-50)		50%			T20
(KBE-25)		25%			T21
KBE*	Grootschalig verhogen komberging door ontpolderen Willem Leopoldpolder en verbreden en verdiepen hoofdgeul				
KBE*-100		100%			T26
KBE*-25		25%			T25
ESP	Extra spuiwerking				
(ESP-con)	(continue spuiwerking)		+		T1,0
(ESP-inc)	(incidentele spuiwerking)		+		T34,72



### Scenario SPO: Spontane ontwikkeling

Dit scenario is de situatie waarin er geen ingrepen in het gebied meer worden uitgevoerd om de verzanding tegen te gaan. Het Zwin wordt aan zichzelf overgelaten en de zandafzetting heeft vrij spel.

### Scenario SPO\*: Spontane ontwikkeling inclusief het stopzetten van onderhoud aan de zeereepduinen en inclusief extra spuiwerking

In dit scenario worden geen ingrepen in het gebied genomen om de verzanding tegen te gaan, noch worden maatregelen aan de zeereepduinen genomen. Aanvullend is uitgegaan van een extra spuiwerking in dit gebied door het afvoeren van water van het Uitwateringskanaal, dat wordt verzameld in een waterbekken, via de Zwinvlakte;

### Scenario HAZ: Handhaven zandvang

Dit scenario betreft het handhaven van de huidige situatie. De zandvang wordt 'optimaal' onderhouden en regelmatig leeggehaald. Tevens wordt regelmatig de Zwinmonding verplaatst en worden delen van de hoofdgeul uitgediept. Een variant op dit scenario die nader is onderzocht is de situatie waarbij in de niet ontpolderde Willem Leopoldpolder de huidige landbouwkundige functie wordt omgezet in een natuurfunctie.

### Scenario KBI: Vergroten van de komberging door het af- en uitgraven van hogere delen binnen het huidige natuurgebied

Het vergroten van de komberging is mogelijk een maatregel die duurzaam de verzanding van het gebied tegengaat. Naarmate de komberging toeneemt neemt het afvoerend vermogen aan sedimenten toe. Scenario KBI geeft de situatie weer waarbij de komberging wordt vergroot door het afgraven van delen binnen het bestaande natuurgebied.

In het huidige natuurgebied zijn hiertoe verschillende maatregelen-varianten mogelijk. In deze studie is uitgegaan van de volgende twee varianten:

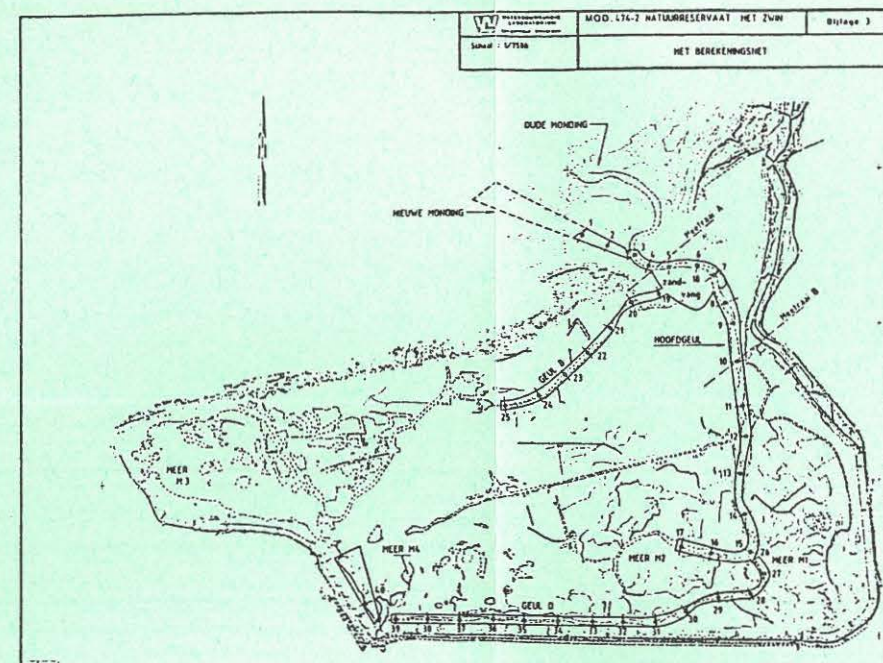
- variant KBI-M1M2: verdieping van de meertjes M1 en M2 tot op het peil + 2,00 m TAW (-0,4 m NAP), verlegde Zwinmonding en verdieping van de hoofdgeul;
- variant KBI-M5-M6: het afgraven van de zandplaat M5 en het schor M6.

### Scenario KBI\*: Grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied

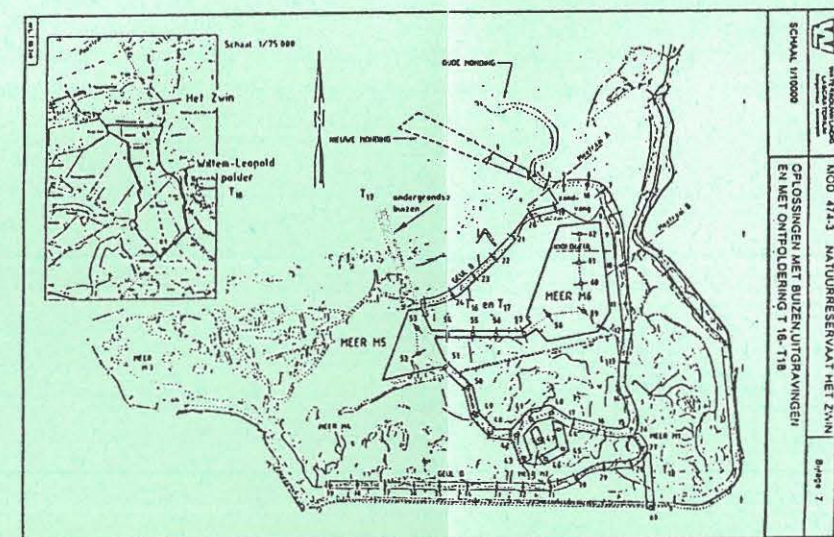
Door het afgraven van een groot deel van de Zwinvlakte wordt de komberging verhoogt. De volgende twee varianten op dit scenario zijn op hun effecten beoordeeld:

- variant KBI\*-minimaal, waarbij de hoofdgeul is verbreed en verdiept, de aanliggende schorren zijn verlaagd en de overige geulen tweemaal zijn verbreed;
- variant KBI\*-maximaal, waarbij naast de hoofdgeul ook de overige geulen zijn verdiept en verbreed en de schorren langs de hoofdgeul zijn verlaagd.

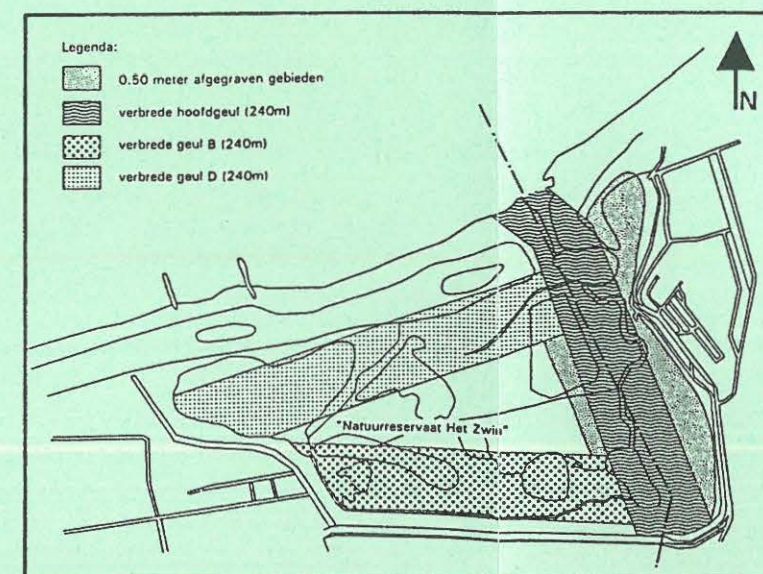
In de effectbeoordeling is er voor gekozen om alleen de effecten van een geoptimaliseerde vorm van KBI\*-maximaal mee te nemen, KBI\*-opt;



Situatieschets scenario HAZ: Handhaven zandvang



Situatieschets scenario KBI: vergroten komberging binnen het huidige natuurgebied door afgraven van M5 en M6



Situatieschets variant KBI\*-max: grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied door verbreden van de hoofdgeul tot 240 meter, afgraven van schorren langs de hoofdgeul, tweemaal verbreden van de hoofdgeul tot 240 meter, afgraven van schorren langs de geulen B en D



### Scenario KBE: Vergroten van de komberging door het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder

Een andere mogelijkheid om de komberging te vergroten is het ontpolderen van een gebied gelegen buiten de begrenzing van het natuurgebied het Zwin, de Willem Leopoldpolder. Voor het te ontpolderen gebied zijn drie oppervlakte-varianten op hun effect beoordeeld:

- variant KBE-100, ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder;
- variant KBE-50, ontpolderen van ongeveer de helft van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder;
- variant KBE-25, ontpolderen van een kwart van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder.

### Scenario KBE\*: Grootschalig verhogen van de komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en het verbreden en verdiepen van de hoofdgeul

Naast het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder wordt de Zwinggeul over de gehele lengte van Noordzee tot Internationale dijk verbreed en verdiept. In de Willem Leopoldpolder wordt deze hoofdgeul tot aan de zuidelijke punt doorgetrokken. Voor het te ontpolderen gebied zijn twee oppervlakte-varianten op hun effect beoordeeld:

- variant KBE\*-100, ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder;
- variant KBE\*-25, ontpolderen van een kwart van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder.

### Scenario ESP: Realiseren van extra spuiwerking

In dit scenario is een extra spuiwerking gerealiseerd door het water dat via het Uitwateringskanaal wordt afgevoerd via het pompemaal te Cadzand, deels te lozen in het Zwin.

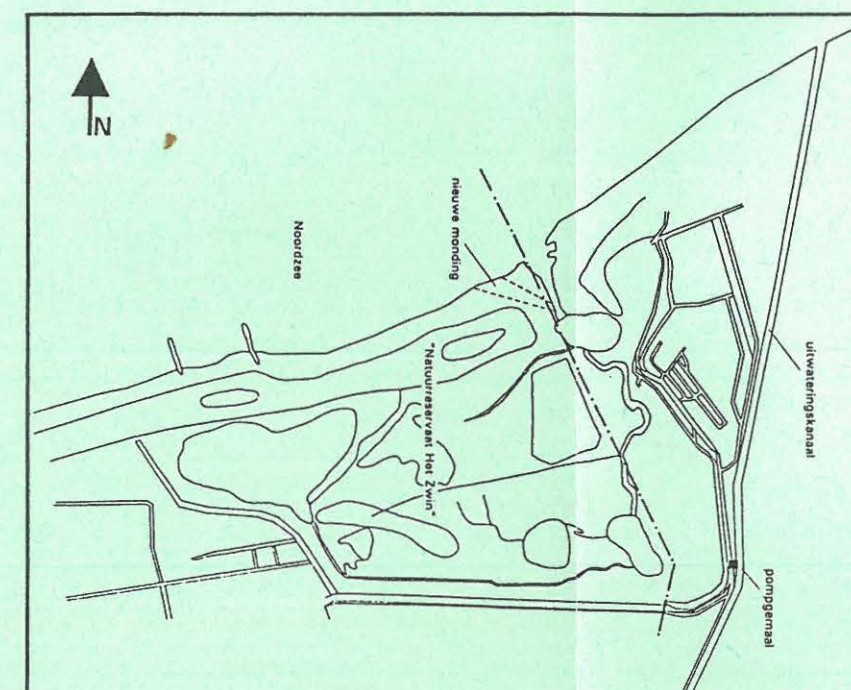
Van dit scenario zijn de volgende twee varianten op hun effectiviteit beoordeeld:

- variant ESP-con, waarbij een continue spuiwerking wordt gerealiseerd, het debiet is hierbij klein;
- variant ESP-inc, waarbij incidenteel een groot debiet in het Zwin-gebied wordt gepompt.

In de effectbeoordeling is er voor gekozen om alleen de effecten van extra spuiwerking met een omvangrijk volume, een geoptimaliseerde vorm van ESP-inc mee te nemen, ESP-opt. Uit de modelberekeningen blijkt direct dat extra spuiwerking met een gering volume geen enkel effect heeft op de verzanding;



Situatieschets scenario KBE: vergroten komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder



Situatieschets scenario KBE\*: grootschalig verhogen komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en verbreden en verdiepen van de hoofdgeul



Situatieschets scenario ESP: extra spuiwerking



## BEOORDELINGSCRITERIA

Om de verschillende scenario's onderling te vergelijken zijn de meest relevante criteria geselecteerd. Een overzicht van de criteria is gegeven in tabel B.

Tabel B Beoordelingscriteria

Aspect	Criteria
Abiotische aspecten	Verlandingssnelheid geulen
	Verlandingssnelheid schor
	Oppervlakte slik
	Ontwikkeling van het geulensstelsel
	Overstroming: oppervlakte, duur en getijdeverschil
Ecologische aspecten Vegetatiekundige waarden	Zeldzaamheid van de ecotopen in nationale en internationale zin
	Kenmerkendheid van de ecotopen voor estuariene milieus
	Biodiversiteit planten
	Kenmerkende plantesoorten
Ecologische aspecten Faunistische waarden	Oppervlakte kustvogel-habitats
	Diversiteit aan vogelsoorten
	Kenmerkende diersoorten
	Verstoring
Landschappelijke aspecten	Visueel-ruimtelijke kwaliteit
Recreatieve en natuureducatieve aspecten	Potenties natuurrecreatie en natuureducatie
	Bezoekersaantallen
	Uitstraling voor de streek
Onderhoudsmatige aspecten	Intensiteit van het civieltechnisch onderhoud
Financiële aspecten	Kosten grondverwerving
	Kosten inrichting
	Kosten civieltechnisch beheer
	Overige eenmalige kosten als verplaatsen agrarische bedrijven en camping



## BEOORDELING VAN DE SCENARIO'S EN VARIANTEN

De effectbeschrijving is voor een belangrijk deel gebaseerd op onderzoeken die in de periode 1987 tot heden zijn uitgevoerd. Relevant zijn de volgende studies:

- Modelberekeningen hydrologie en zandtransport. Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout is voor het Zwin een model opgebouwd waaruit inzicht kan worden verkregen in het effect van ingrepen op hydrologische aspecten en zandtransport;
- Bepaling hoogteligging, aanzanding en vegetatiekundige ontwikkeling. Door EUROSENSE zijn vanaf 1987 van het Zwin tweejaarlijks luchtfotogrammetrische opnamen gemaakt. Op basis van deze opnames zijn door EUROSENSE onder meer per periode differentiële vegetatiekaarten vervaardigd;
- Bepaling hoogteligging Willem Leopoldpolder. Om de hoogteligging van de Willem Leopoldpolder in beeld te brengen zijn in 1996 door EUROSENSE hoogtemetingen uitgevoerd.

De effecten van de scenario's zijn beoordeeld ten opzichte van de huidige situatie. De rangorde voor de baten is primair bepaald door het sommeren van de scores op de aspecten abiotiek, vegetatie en fauna. Een nadere rangordebepaling is gebaseerd op de scores voor de aspecten landschap en recreatie. De rangorde voor kosten is primair gebaseerd op de rangorde wat betreft het aspect financiën. Een verder onderscheid in rangorde is gebaseerd op de volgorde voor het aspect onderhoud.

Het resultaat van de rangordebepaling is weergegeven in tabel C.



Tabel C Rangorde scenario's en varianten voor de afzonderlijke hoofdgroepen van criteria en voor het totaal aan baten en kosten

Scenario/variant	SPO	HAZ	KBI	KBE 100%	KBE 50 %	KBE 25 %	ESP- opt	SPO*	KBI* opt	KBE* 100 %	KBE* 25 %
Beeld op lange termijn (oppervlakten in ha)											
totale oppervlakte	170	170	170	570	370	270	170	170	170	570	270
stagnant water	35	40	50	240	140	90	35	35	25	50	40
slik	0	0	15	30	20	15	0	0	70	100	30
schor	0	20	80	100	90	85	10	10	60	220	65
ruigte	35	105	20	195	115	75	75	75	10	170	125
vochtige duinvallei	100	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0
geul	0	1	5	7	6	5,5	1	1	10	30	10
Criteria											
BATEN											
ABIOTIEK	6	5	3	3	3	3	4	4	1	1	2
VEGETATIE	4	4	3	3	3	3	4	4	2	1	2
FAUNA	7	6	5	4	4	4	6	6	3	1	2
LANDSCHAP	7	6	5	4	4	4	6	6	3	1	2
RECREATIE	7	6	5	2	3	4	6	6	4	1	4
KOSTEN											
ONDERHOUD	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FINANCIEN	1	2	2	6	5	4	3	3	5	7	5
grondverwerving (Mf/MBfr)				24/ 480	12/ 240	6/ 120	1,5/ 30	1,5/ 30		24/ 480	6/ 120
inrichting (Mf/MBfr)			3/ 60	49/ 980	27/ 540	16/ 320	12/ 240	12/ 240	29/ 580	69/ 1.380	32/ 640
civieltechnisch onderhoud (Mf/jaar/MBfr/jaar)		0,35/ 7	0,1/ 2	<0,1/ <2	<0,1/ <2	<0,1/ <2			0,1/ 2		
overige kosten (verplaat- sen campings) (Mf/MBfr)				2/ 40	2/ 40	2/ 40				<0,1/ <2	<0,1/ <2
TOTAAL BATEN											
TOTAAL BATEN	11	10	7	4	5	6	9	8	3	1	2
TOTAAL KOSTEN											
TOTAAL KOSTEN	1	3	2	7	6	5	4	4	5	8	6



## ADVIES

In tabel D is de rangorde van de scenario's en varianten samengevat. Uit dit onderzoek blijkt dat alleen door grootschalige ingrepen de 'natuurlijke' verzanding van het Zwin duurzaam kan worden vertraagd. Kleinschalige ingrepen hebben nauwelijks effect op de omvang van de verzanding of moeten dermate frequent worden genomen dat deze leiden tot een continue verstoring van het gebied.

Tabel D Rangorde scenario's en varianten op basis van baten en kosten

Scenario/variant		Rangorde op basis van	
Code	Omschrijving	Baten	Kosten
KBE*-100	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder	1	8
KBE*-25	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en ontpolderen van een kwart van de Willem Leopoldpolder	2	6
KBI*-opt	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en grootschalig afgraven van het huidige natuurgebied	3	5
KBE-100	Verhogen van de komberging door ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder	4	7
KBE-50	Verhogen van de komberging door ontpolderen van de helft van de Willem Leopoldpolder	5	6
KBE-25	Verhogen van de komberging door ontpolderen van een kwart van de Willem Leopoldpolder	6	5
KBI	Verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied	7	2
SPO*	Spontane ontwikkeling, waarbij het onderhoud aan de zeereepduinen wordt stopgezet en extra spuiwerking wordt gerealiseerd	8	4
ESP-opt	Extra spuiwerking	9	4
HAZ	Handhaven van de zandvang	10	3
SPO	Spontane ontwikkeling	11	1

Het behoud van het Zwin als intergetijdegebied met zijn huidige waarden is het meest gebaat bij de variant KBE\*-100, waarbij de gehele Willem Leopoldpolder wordt ontpolderd en de hoofdgeul wordt verbreed en verdiept. Dit scenario leidt tot een oppervlakte-uitbreiding voor de kenmerkende ecotopen van het intergetijdegebied. Het ontpolderingsscenario is in feite te beschouwen als het herstel van een zelfregulerend mechanisme.

De winst van dit scenario wordt primair bepaald door de uitbreiding van de oppervlakte van het intergetijdegebied en de oppervlakte waarover verzanding kan plaatsvinden. De verticale verlandingsnelheid neemt hierdoor sterk af. De negatieve effecten van de, bij deze variant, vertraagde verzanding van het huidige Zwin-gebied worden ruimschoots gecompenseerd in de vorm van nieuwe ecotopen. Daarnaast neemt door de sterk verbrede en verdiepte hoofdgeul



de komberging van het totale intergetijdegebied sterk toe. Onder invloed van het grote tijverschil in de Willem Leopoldpolder ontstaan juist ook in deze polder kenmerkende ecotopen.

Ook ontpolderen van een deel van de Willem Leopoldpolder biedt een goed perspectief. Een aanvullende ontgraving van zo'n 600.000 m<sup>3</sup> op variant KBE\*-25 lijkt hierbij zinvol.

De varianten voor het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder zonder verdieping en verbreding van de hoofdgeul bieden, gezien de uitbreiding van de oppervlakte waar verzanding kan plaatsvinden, eveneens goede perspectieven. De nieuwe oppervlakte slikken en schorren is echter aanzienlijk minder dan bij het scenario KBE\*, daar de komberging slechts weinig toeneemt en een zeer gering tijverschil resteert. De hoofdgeul is dus de beperkende factor.

Na het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder biedt het grootschalig verhogen van de interne komberging van het Zwin-gebied zelf de beste perspectieven. Concreet betekent dit scenario dat de successie van het Zwin-gebied enkele tientallen jaren wordt teruggezet. Op korte termijn kan dit leiden tot verlies van de huidige natuurwaarden. In een inrichtingsplan moet daarom worden aangegeven welke gebiedsdelen, die kunnen fungeren als brongebied voor vegetatie en fauna, niet moeten worden afgegraven. Op middellange en langere termijn ontstaat een gebied dat in waarden minimaal de huidige situatie benadert.

Uit de resultaten blijkt tevens dat het verzanden van de hoofdgeul binnen de scenario's met extra spuiwerking (ESP-opt en SPO\*) wordt tegengegaan. Het tegengaan van de verzanding in de hoofdgeul leidt waarschijnlijk ook tot een vertraging van de verzanding van het achterliggende gebied, daar dit tot gevolg heeft dat bij springvloeden en stormen het netto landinwaarts zandtransport afneemt.

Indien het behoud van de huidige waarden ook op langere termijn minder prioritair wordt gesteld, maar natuurlijke processen hoog worden gewaardeerd, biedt het scenario SPO\* mogelijk goede vooruitzichten.

## **AANZET TOT EEN PLAN VAN AANPAK**

Uit dit onderzoek blijkt dat voor het duurzaam in stand houden van de natuurwaarden van het Zwin grootschalige ingrepen de beste waarborg bieden. Deze grootschalige ingrepen vergen forse financiële investeringen die mogelijk niet op korte termijn te verwachten zijn. Tevens geldt dat de varianten die het meest renderen, de varianten met ontpoldering van de Willem Leopoldpolder, vóórdat deze kunnen worden gerealiseerd waarschijnlijk meer tijdsinvestering vergen dan de overige scenario's en varianten.

Als eerste aanzet voor een Plan van Aanpak is daarom op deze plaats de rangorde van de scenario's/varianten afzonderlijk bepaald voor de scenario's/varianten zonder ontpoldering (tabel E) en de scenario's/varianten met ontpoldering (tabel F).

### **Maatregelen zonder ontpolderen**

Uit tabel E en gezien de resultaten van dit project blijkt dat, indien ontpoldering van de Willem Leopoldpolder niet in ogenschouw wordt genomen, de verzanding van het natuurgebied het best kan worden vertraagd door het vergroten van de komberging door het afgraven van delen van de Zwinvlakte. De frequentie waarin deze ingreep moet worden herhaald is direct gekoppeld aan de omvang waarin zij wordt uitgevoerd.

Ook het realiseren van extra spuiwerking lijkt een zinvolle maatregel om de verzanding te bestrijden, mits deze spuiwerking van voldoende omvang is en regelmatig kan worden gerealiseerd. Aan beide laatstgenoemde randvoorwaarden kan worden voldaan indien in de directe omgeving van het natuurgebied



een waterbekken wordt aangelegd. Spuien met het huidige debiet van het Uitwateringskanaal heeft vrijwel geen invloed op de verzandingssnelheid.

Tabel E Rangorde scenario's en varianten zonder ontpoldering

Scenario/ variant	Rangorde op basis van de aspecten							Rangorde op basis van	
	Code	Abiotiek	Vegetatie	Fauna	Landschap	Recreatie	Onderhoud	Financiën	Baten Kosten
KBI*-opt	1	1	1	1	1	2	5	1	5
KBI	2	2	2	2	2	2	3	2	3
SPO*	3	3	3	2	2	2	4	3	4
ESP-opt	3	3	3	3	3	2	4	4	4
HAZ	4	3	3	4	3	3	2	5	2
SPO	5	3	4	5	4	1	1	6	1

#### Maatregelen met ontpolderen

Indien financiën en draagvlak aanwezig zijn voor het ontpolderen van (een deel van) de Willem Leopoldpolder is dit de beste maatregel om de verzanding van de Zwinvlakte te vertragen. Verdiepen en verbreden van de hoofdgeul zijn bij dit scenario aanvullende maatregelen die als noodzakelijk moeten worden beschouwd, om op korte termijn optimaal effect te hebben van de ingreep. De oppervlakte waarover de verzanding kan plaatsvinden neemt na ontpoldering toe en leidt tot een afname van de verticale verzandingssnelheid. Door het realiseren van een omvangrijke hoofdgeul wordt de vloed- en de ebstroom sterk vergroot; de effectieve komberging neemt toe en een groot tijverskil in de Willem Leopoldpolder is het gevolg. Het ontpolderde gebied wordt door de hiervoor genoemde maatregelen omgevormd tot een gebied met voor een inter-tijdegebied kenmerkende natuurwaarden.

Tabel F Rangorde scenario's en varianten met ontpoldering

Scenario/ variant	Rangorde op basis van de aspecten							Rangorde op basis van	
	Code	Abiotiek	Vegetatie	Fauna	Landschap	Recreatie	Onderhoud	Financiën	Baten Kosten
KBE*-100	1	1	1	1	1	2	4	1	4
KBE*-25	2	2	2	2	4	2	2	2	2
KBE-100	3	3	3	3	2	2	3	3	3
KBE-50	3	3	3	3	3	2	2	4	2
KBE-25	3	3	3	3	4	2	1	5	1

Gezien de mogelijkheden voor een meer natuurlijke ontwikkeling en mede gebaseerd op de sterkteberekeningen van de Belgische duinen voor de Zwinvlakte is het aan te bevelen om het onderhoud van deze duinen achterwege te laten. Het stoppen van deze onderhoudsmaatregel heeft geen invloed op de verzanding, maar geeft de ontwikkeling van het gehele natuurgebied een extra kwaliteitsimpuls.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het Zwin is een internationaal belangrijk natuurgebied met landschappelijke waarden en een grote recreatieve betekenis. Door verzanding dreigt het gebied langzaam maar zeker zijn speciale karakter te verliezen. Het regelmatig afvoeren van zand door onderhoudsmaatregelen vertraagt dit proces, maar leidt tot een frequente (eenmaal per twee jaar) verstoring van meerdere weken. Bovendien wordt de verzanding door het baggeren niet volledig tegengegaan. Er is derhalve thans geen sprake van duurzaam behoud van het Zwin.

De verlanding van een zeearm zoals het Zwin is een langzaam verlopend, natuurlijk proces. Het verlandende Zwin heeft zich ontwikkeld tot een huidig uniek natuurreservaat met onder meer typische slikvegetaties en hoge avifaunistische waarden. Het verlandingsproces, momenteel vooral gekenmerkt door een overwicht aan aanzanding, is zover voortgeschreden dat de natuurwaarden van het Zwin worden aangetast. In de lagere delen van het Zwin nemen met name de oppervlaktes met zoutminnende vegetaties af, de oppervlaktes met zandverdragende vegetaties nemen toe. De netto-sedimentatie is vooral het gevolg van de snelle instroming van zeewater bij hoogwater, waardoor veel sediment wordt opgewerveld en meegevoerd. Hiervan bezinkt een groot gedeelte bij de kentering van vloed naar eb. De uitstroming bij laagwater gaat veel langzamer. Dit gaat gepaard met lagere stroomsnelheden; veel van het aangevoerd materiaal blijft in het Zwin achter. Samengevat is de asymmetrie tussen vloed- en eb-stroom de oorzaak van de verzanding van het Zwin.

De Technische Werkgroep van de Internationale Zwincommissie zoekt daarom naar betere oplossingen voor een duurzaam behoud van het Zwin. Zij heeft daartoe LB&P Ecologisch Advies BV en Econnection CV opdracht gegeven een aantal scenario's voor het tegengaan van de verzanding uit te werken en te evalueren.

## 1.2 Doel

Uitgangspunt van de Technische Werkgroep is om het Zwin als zilt intergetijdegebied en schorren- en slikkengebied te behouden. Meer concreet is het doel om de huidige natuurwaarden en landschappelijke waarden te behouden, een handhaving van het huidig successiestadium van het Zwin. Voorwaarden daarvoor zijn onder meer dat het gebied regelmatig overstroomt met zeewater, en dat de ontwikkeling van bodem, reliëf, vegetatie en fauna gedurende lange perioden ongestoord kan plaatsvinden. Gezocht moet worden naar maatregelen die dit mogelijk maken. Aangezien het gebied een beschermde status geniet als natuurgebied, mogen de ingrepen niet storend zijn voor de natuurwaarden en de landschappelijke waarden. Een aantal 'harde' maatregelen, zoals hoge kribben in zee, zijn om deze reden uitgesloten. Ook mag het natuurlijke sedimenttransport langs de kust in noordoostelijke richting niet worden beïnvloed.



Het hoofddoel van de studie is als volgt samen te vatten:

**Het formuleren van maatregelen waarmee het Zwin als zout intergetijdengebied en schorren- en slikkengebied zo goed mogelijk wordt veilig gesteld, zowel vanuit het oogpunt van natuurbehoud als vanuit andere belangen waaronder beheer en kosten.**

### **1.3 Leeswijzer**

In dit hoofdstuk zijn de problematiek en het doel van de studie kort geschetst. Vervolgens is een gebiedsbeschrijving gegeven, waarin de ecologische, landschappelijke en recreatieve waarden zijn omschreven, alsmede het voor het gebied relevante beleid (*Hoofdstuk 2*).

Daarna is ingegaan op het functioneren van het ecosysteem en de relaties tussen abiotiek en biotiek. Kennis hieromtrent is nodig voor het voorspellen en beoordelen van de effecten van maatregelen (*Hoofdstuk 3*).

Nadat de uitgangspunten voor deze studie zijn geformuleerd en de oplossingsmogelijkheden op hoofdlijnen zijn aangegeven, zijn scenario's en varianten uitgewerkt. Tevens zijn criteria opgesteld voor de beoordeling van de scenario's (*Hoofdstuk 4*).

Een beschrijving van de verwachte effecten van de verschillende scenario's, onderscheiden in abiotische, ecologische, landschappelijke, recreatieve, beheers- en financiële effecten is uitgewerkt in *hoofdstuk 5*.

Een beoordeling van deze effecten aan de hand van de eerder opgestelde beoordelingscriteria maakt een overzichtelijke vergelijking van de verschillende scenario's mogelijk (*Hoofdstuk 6*).

Op basis van de uitkomsten van deze vergelijkingen zijn een aantal duidelijke conclusies en aanbevelingen gegeven in het afsluitende hoofdstuk (*Hoofdstuk 7*). In dit laatste hoofdstuk is aanvullend een aantal alternatieve scenario's en varianten uitgewerkt en op effectiviteit beoordeeld. Afsluitend is een aanzet voor een Plan van Aanpak gegeven.

## 2.1 Inleiding

In paragraaf 2.2 is een overzicht gegeven van het voor het gebied relevante beleid. Daarnaast zijn in dit hoofdstuk de ecologische, landschappelijke en recreatieve kenmerken van het Zwin en de Willem Leopoldpolder uitgewerkt. Het accent ligt hierbij op de ecologische aspecten. Kaart 2.1 vormt de overzichtkaart van het gebied, waarbij een aantal karakteristieke elementen is aangegeven.

## 2.2 Relevant beleid

Het Zwin geniet de volgende planologische en juridische beschermingsmaatregelen:

- door zowel België als Nederland is het Zwin aangeduid als:
  - \* waterrijk gebied (wetland) van internationaal belang onder de RAMSAR-conventie;
  - \* speciale beschermingszone onder de EG-Vogelrichtlijn (79/409/EG) van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand;
- aan Vlaamse zijde is het gebied:
  - \* een gerangschikt landschap in het kader van de wet van 7 augustus 1931 op het behoud van Monumenten en Landschappen;
  - \* op het Gewestplan Brugge-Oostkust bestemd als natuurreservaat of natuurgebied met wetenschappelijke waarde;
- aan Nederlandse zijde zijn aan het Zwin de volgende functies toegekend;
  - \* binnen de Ecologische Hoofdstructuur is het nederlandse deel van het Zwin aangeduid als natuurkerngebied;
  - \* binnen het provinciale streekplan is de hoofdfunctie natuur toegekend;
  - \* op de gemeentelijke bestemmingsplannen is de functie natuur toegekend;
  - \* in het beleidsplan Westerschelde wordt voor het Zwin gestreefd naar behoud en herstel van de waarden van dit intergetijdegebied.

## 2.3 Uitgevoerde maatregelen

Vanaf 1958 zijn in het Zwin maatregelen uitgevoerd waarbij grootschalig grondverzet plaatsvond. Om de dijk te verhogen is in 1958 in het Zwin grond gewonnen ter hoogte van de meertjes M1 en M2. Om de dijk aan Belgische zijde vervolgens op internationale hoogte te brengen is in 1979 wederom een grote hoeveelheid grond in de Zwinvlakte afgegraven. Vanaf 1989 zijn gerichte maatregelen genomen om de verzanding van het Zwin tot stilstand te brengen. Een overzicht van deze maatregelen is gegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Uitgevoerde maatregelen in het Zwin-gebied

Datum	Activiteit	Grondverzet (m <sup>3</sup> )
1958	uitgraven van de meertjes M1 en M2 voor dijkversterking	- 150.000
1979	op internationale hoogte brengen van het grootste deel van de Belgische dijk met zand uit het gebied tussen de meertjes M1 en M2 en zand uit het meertje M3	- 170.000
okt. 1989 - jan. 1990	verplaatsen van de monding van het Zwin	- 40.000
okt. 1989 - jan. 1990	aanleg proefzandvang	- 30.000
okt. 1989 - jan. 1990	uitdiepen van de hoofdgeul	- 80.000
okt. 1990 - mrt. 1991	uitbreiden van de capaciteit van de zandvang	- 90.000
okt. 1990 - mrt. 1991	op vereiste sterkte brengen van de zeewering langs de zeegeul	+ 80.000
okt. 1990 - mrt. 1991	over 400 m op deltaniveau brengen van de internationale dijk met afdekkingsklei	+ 40.000
okt. 1990 - mrt. 1991	Duin en strand aanvullen bij Cadzand	+ 60.000 resp. + 290.000
1990	plaatsen van onderwaterschermen voor de Zwinmonding	
eind 1992	eerste onderhoud van de zandvang	- 70.000
okt. 1994 - dec. 1994	onderhoud van de zandvang	- 90.000
	onderhoud van de hoofdgeul	- 30.000
november 1995	onderhoud van de geul	- 40.000

Naast maatregelen in het Zwin-gebied zelf zijn de zandsuppleties op de stranden van Knokke in het kader van dit onderzoek relevant. De natuurlijke zandstroom langs de kust, zich verplaatsend van zuidwest naar noordoost, is onderbroken door de havendam van Zeebrugge. Aan de lizijde van deze havendam leidt dit tot zandgebrek en strandafslag. Dit proces speelt momenteel voor de stranden van Knokke en Cadzand. Ter behoud van de stranden en ter verdediging van de zeereepduinen worden daarom omvangrijke maatregelen uitgevoerd. Sinds 1977 worden zandsuppleties op de stranden aangebracht.

## 2.4 Ecologische waarden

Het huidige Zwin-gebied is het restant van de toegangsgeul naar Brugge en is definitief afgedamd in 1873 en deels ingepolderd (Coosen en Roelse, 1987). De overblijvende Zwinggeul naar zee is geleidelijk smaller en ondieper geworden, het gehele Zwin-gebied is aan het verzanden. De restanten van de zeearm bestaan momenteel uit een schorren- en slikkengebied. In dit gebied vinden gelijksoortige processen plaats als bij sluffers aan een aangroei-kust. Wanneer geen maatregelen worden genomen verdwijnt het intergetijdegebied van het Zwin gezien de voortdurende verzanding.



Tabel 2.1 Uitgevoerde maatregelen in het Zwin-gebied

Datum	Activiteit	Grondverzet (m <sup>3</sup> )
1958	uitgraven van de meertjes M1 en M2 voor dijkversterking	- 150.000
1979	op internationale hoogte brengen van het grootste deel van de Belgische dijk met zand uit het gebied tussen de meertjes M1 en M2 en zand uit het meertje M3	- 170.000
okt. 1989 - jan. 1990	verplaatsen van de monding van het Zwin	- 40.000
okt. 1989 - jan. 1990	aanleg proefzandvang	- 30.000
okt. 1989 - jan. 1990	uitdiepen van de hoofdgeul	- 80.000
okt. 1990 - mrt. 1991	uitbreiden van de capaciteit van de zandvang	- 90.000
okt. 1990 - mrt. 1991	op vereiste sterkte brengen van de zeewering langs de zeegeul	+ 80.000
okt. 1990 - mrt. 1991	over 400 m op deltaniveau brengen van de internationale dijk met afdekkingsklei	+ 40.000
okt. 1990 - mrt. 1991	Duin en strand aanvullen bij Cadzand	+ 60.000 resp. + 290.000
1990	plaatsen van onderwaterschermen voor de Zwinmonding	
eind 1992	eerste onderhoud van de zandvang	- 70.000
okt. 1994 - dec. 1994	onderhoud van de zandvang	- 90.000
	onderhoud van de hoofdgeul	- 30.000
november 1995	onderhoud van de geul	- 40.000

Naast maatregelen in het Zwin-gebied zelf zijn de zandsuppleties op de stranden van Knokke in het kader van dit onderzoek relevant. De natuurlijke zandstroom langs de kust, zich verplaatsend van zuidwest naar noordoost, is onderbroken door de havendam van Zeebrugge. Aan de lijzijde van deze havendam leidt dit tot zandgebrek en strandafslag. Dit proces speelt momenteel voor de stranden van Knokke en Cadzand. Ter behoud van de stranden en ter verdediging van de zeereepduinen worden daarom omvangrijke maatregelen uitgevoerd. Sinds 1977 worden zandsuppleties op de stranden aangebracht.

## 2.4 Ecologische waarden

Het huidige Zwin-gebied is het restant van de toegangsgeul naar Brugge en is definitief afgedamd in 1873 en deels ingepolderd (Coosen en Roelse, 1987). De overblijvende Zwinggeul naar zee is geleidelijk smaller en ondieper geworden, het gehele Zwin-gebied is aan het verzanden. De restanten van de zeearm bestaan momenteel uit een schorren- en slikkengebied. In dit gebied vinden gelijksoortige processen plaats als bij sluffers aan een aangroei-kust. Wanneer geen maatregelen worden genomen verdwijnt het intergetijdegebied van het Zwin gezien de voortdurende verzanding.



### **Internationaal en nationaal belang**

Slikken- en schorregebieden zijn erg zeldzaam geworden langs de duinkusten van Noordwest-Europa. Ontstonden er vroeger regelmatig nieuwe sluffers, momenteel vindt dat nauwelijks meer plaats in Europa.

In België zijn de gebieden waar zilte vegetaties voorkomen beperkt tot drie grote regio's namelijk de zeepolders, het Oostvlaams krekengebied en de Benedenschelde rond Antwerpen. Het Zwin te Knokke en de IJzermonding te Nieuwpoort zijn de enige twee plekken langs de Belgische kust waar slikken en schorren kunnen worden behouden, ontwikkeld of hersteld.

In de zeepolders zijn de brakke gebieden geconcentreerd rond de krekken en kreekrestanten van Oostende en in de polders ten noordoosten van Brugge. Het zijn slechts kleine restanten van eerder uitgestrekte zoutwaterschorren die in de loop der eeuwen werden ingedijkt. Slechts twee gebieden staan nog rechtstreeks onder invloed van de getijdewerking namelijk de IJzermonding te Nieuwpoort en het Zwin te Knokke. In de IJzermonding is de oppervlakte schor door herhaalde opspuitingen en infrastructurele werken gereduceerd tot minder dan 20 ha. Het Zwin is 158 ha groot, waarvan 125 ha op Belgische grondgebied en 33 ha in Nederland is gelegen.

Ook in het Oostvlaams krekengebied komen zilte vegetaties alleen nog voor langs enkele krekken en in kreekgraslanden. Rechtstreeks contact met getijdewerking is reeds lang uitgesloten zodat verdere verzoeting plaatsvindt.

In het gebied van de Benedenschelde liggen nog enkele brakwaterschorren. Zij hebben een totale oppervlakte van ongeveer 110 ha (schor). Dit zijn slechts restanten van tot voor enkele decennia zeer uitgestrekte schorren- en slikkengebieden langs de linker en rechter Schelde-oever. Saeftinge is momenteel met zijn 3.500 ha, het grootst overgebleven brakwaterschor in het volledige Westerscheldegebied.

Voor België is een gebied als het Zwin uniek. Het Zwin is het enige semi-sluffersysteem langs de Belgische kust. De IJzermonding is een riviermonding.

Wanneer de oppervlakte schorren en slikken in België vergeleken wordt met deze bij Nederland, Frankrijk en Groot-Brittannië, dan blijkt dat België sterk ondervertegenwoordigd is. Dit heeft onder meer te maken met de beperkte kustlengte - ongeveer 65 km - waarover België beschikt en de inrichting van deze kuststreek. In België komen hierdoor slechts 18 associaties van zilte vegetaties voor, terwijl dit in Nederland en Frankrijk respectievelijk 25 en 40 zijn. De oppervlakte schorren en slikken is nog meer uitgesproken namelijk 12.900 ha in Nederland, 97.300 ha in Frankrijk en 44.000 ha in Groot-Brittannië tegenover amper 460 ha in België. Ook wat betreft het beheer van deze schorren zijn er grote verschillen. In Frankrijk wordt ongeveer 56 % van het schorrenareaal begraasd of gemaaid. In Nederland is dit zelfs 74 % terwijl in België vrijwel geen beheer plaatsvindt. Dit heeft zijn invloed op de vegetatiesamenstelling en de soortenrijkdom. Daarnaast dient vermeld dat de schorren die in het Zeeuwse gebied voorkomen, sterk verschillen van de schorren in het Waddengebied. De oorzaak ligt in het beduidend verschil in getijde-amplitude. In het Zeeuwse gebied en langs de Belgische kust bedraagt het verschil in hoogte tussen laag en hoogwater gemiddeld 3,8 m terwijl dit in het Waddengebied slechts 1 à 1,5 m bedraagt. Hierdoor is de dynamiek in de Zeeuwse schorren veel hoger waardoor diepere en bredere geulen worden uitgeschuurd, een sterker reliëf optreedt en relatief hoge oeverwallen en ruggen toch door de vloed bereikt worden. Bovendien bevat het sediment in het Deltagebied meer slib dan het sediment in het Waddengebied. Deze verschillen uit zich in de vegetatie. Het voorkomen van micro-gradiënten en slibhoudende bodems zijn de ideale milieus voor de



Zoutmelde-gemeenschap en Zeekraal begroeiingen. Dergelijke situaties worden in het Waddengebied veel minder aangetroffen. De Zeeuwse slikken en schorren zijn hierom van internationaal belang.

Ondanks de beperkte omvang van en soortensamenstelling in het Zwin, is het gebied van belang in het geheel van slikken en schorren langs de kustlijn die door doortrekkende en overwinterende vogels worden benut. Door het beperkt aanbod van deze biotopen langs de westelijke trekroute is elk gebied van belang voor de voedsel- en rustvoorziening van overwinterende en doortrekkende vogels. Ganzen en eenden en een deel van de steltlopers overwinteren rond en ten zuiden van de 0-graden isotherm. De beschikbaarheid van voedsel en ruimte kan populatiebeperkend zijn. Daarnaast zijn er noordelijk broedende soorten die ver zuidelijk overwinteren. Voor deze soorten is een reeks van gebieden langs de trekroute en een geschikt overwinteringsgebied een randvoorwaarde. Het Zwin fungeert als een belangrijke schakel.

### Vegetatie en flora van het Zwin

Op basis van de resultaten van de verschillende vegetatiestudies die de laatste vijftien jaar zijn uitgevoerd (EUROSENSE (1993), Van den Balck (1994), Jansen (1979), Parent & Burny (1981)), zijn voor het Zwin de volgende vegetatietypen te onderscheiden. Genoemde vegetatietypen zijn in bijlage 1 kort uitgewerkt.

- 1 Pioniervegetaties op slik met dominantie van
  - 1a *Salicornia europaea* (Kortarige zeekraal) en
  - 1b *Suaeda maritima* (Kleinschorrekruid);
- 2 Oeverwalvegetaties en vegetaties van de komgronden van lage schorren met als dominante soort *Halimione portulacoides* (Gewone zoutmelde);
- 3 Vegetaties van middelhoge schorren opgesplitst in een:
  - 3a onbeweid en onbetreden type;
  - 3b beweide en betreden type;
- 4 Vegetaties van de hoogste schorren met affiniteit tot de middelhoge schorren;
- 5 Vegetaties van de hoogste schorren met als kensoort *Juncus gerardii* (Zilte rus);
- 6 Vegetaties van ontziltingsstadia. Deze zijn verder op te splitsen in:
  - 6a duinvegetatietype;
  - 6b dijkvegetatietype;
  - 6c schorrevegetatietype;
  - 6d en 6e overgangsvegetaties;
- 7 Vegetaties van vloedmerken.

In het Zwin komen met name voor België een reeks bijzondere plantensoorten voor. Dit heeft te maken met de zeldzaamheid van het biotoop zelf in België. In totaal zijn 59 soorten in het gebied geïnventariseerd. In bijlage 1 is een lijst uitgewerkt van planten die voor België bijzonder zijn. De meest zeldzame soort voor België die in het Zwin voorkomt, is de Gesteelde zoutmelde (*Halimione pedunculata*).

### Faunistische waarden van het Zwin

De belangrijkste faunistische waarden van het Zwin betreffen de waarde van het gebied voor vogels. De waargenomen vogelsoorten stellen verschillende eisen aan (onderdelen van) hun leefgebied. Soorten als Wilde eend (*Anas platyrhynchos*), Bergeend (*Tadorna tadorna*) en Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) verkiezen hoge schorren als broedplaats. Tureluur (*Tringa totanus*) is een soort

van de slikken en lage schorren. Voor de Kluut (*Recurvirostra avocetta*), Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*) en Visdief (*Sterna hirundo*) gelden andere factoren. De Kluut heeft ondiep water en een slibrijke bodem als foerageerbiotoop. Deze soort broedt hoofdzakelijk in tijdelijk biotoop dat door grote waterbouwkundige werken beschikbaar komt.

De Strandplevier broedt op zandige, schaars begroeide, zilte gebieden zoals stranden en strandvlakten. Gezien de sterk toegenomen recreatiedruk in vrijwel alle gebieden langs de kust, heeft deze soort nog nauwelijks ruimte om met succes te broeden.

Meeuwen zijn opportunisten, overal waar voedsel is en gespecialiseerde soorten het laten afweten, duiken zij op. In het Deltagebied zijn visserijactiviteiten, vuilnisbelten en mosselteelt de belangrijkste voedselbronnen voor de Zilvermeeuw. In het volledige Deltagebied zijn de aantallen meeuwen sterk toegenomen sinds half de zeventiger jaren.

In tabel 2.2 is de ontwikkeling van een aantal broedvogels van het Zwin gegeven over een periode van ruim veertig jaar.

Tabel 2.2 Aantalsontwikkeling van broedvogels in het Zwin

Soort	Jaar			
	1952	1978	1986	1993
Wilde eend ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	5	360	500	500
Bergeend ( <i>Tadorna tadorna</i> )	3	75	80	80
Kluut ( <i>Recurvirostra avocetta</i> )	6	45	52	43
Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )	10	55	43	45
Tureluur ( <i>Tringa totanus</i> )	30	45	17	32
Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )	0	5.500	7.500	3.200
Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )	0	12	15	52
Kleine mantelmeeuw ( <i>Larus fuscus</i> )	0	0	38	8
Stormmeeuw ( <i>Larus canus</i> )	0	2	11	1
Zwartkopmeeuw ( <i>Larus melanocephalus</i> )	0	1	10	4
Dwergstern ( <i>Sterna albifrons</i> )	20	0	0	0
Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )	0	250	285	90
Strandplevier ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )	30	4	7	4

Het in grote aantallen voorkomen van soorten als meeuwen en ganzen, heeft ook een belangrijke invloed op de vegetatieontwikkeling. De eutrofiëring door de uitwerpselen van deze vogels leidt tot een verhoogde biomassaproductie en een verlies aan diversiteit. De verruwing en de hiermee gepaard gaande lagere stroomsnelheden leiden tot verdere verzanding van het schor.

Het proces van verzanding van het Zwin heeft enerzijds een direct effect op het voorkomen van verschillende vogelsoorten in de Zwinvlakte. Door verzanding neemt de oppervlakte lagere schorren- en slikkengebieden sterk af. Hierdoor neemt ook het foerageergebied af van een belangrijke groep steltlopers die vooral de weke slikken prefereert als voedselgebied. Deze foerageergebieden zijn voor een aantal soorten belangrijke rust- en voedselgebieden tijdens de trek naar meer zuidelijker gelegen overwinteringsgebieden en zijn niet vervangbaar door andere biotopen.

Verzanding van de schorren heeft naast een direct effect door de afname van geschikt foerageerbiotoop indirect een sterke verdichting van de bodem tot gevolg door de grovere korrelsamenstelling in combinatie met ophogen en een verhoogde drainage. Daar verschillende steltlopers die op slikken foerageren



voornamelijk tastzoekers zijn, wordt het voor deze groep van vogels nog moeilijker om aan voedsel te geraken.

Verzanding van de slikken betekent ook dat het soortenspectrum van het bodemleven grondig verandert. Meestal vermindert de biomassaproductie van het bodemleven (polychete wormen, gastropoden, tweekleppigen en crustaceeën), het hoofdbestanddeel van het voedsel van diverse vogelsoorten, sterk. De slikken voorzien dan niet meer in de voedselbehoeften van grote groepen foeragerende vogels. Voor het Zwin zijn geen specifieke gegevens over de ontwikkeling van het bodemleven beschikbaar.

Naast wijzigingen in het foerageerbiotoop, wijzigt ook voor verschillende soorten het broedbiotoop. De ontwikkeling van korte, open schorvegetaties naar zeer gesloten en hoogopgaande vegetaties met voornamelijk Strandkweek, heeft tot gevolg dat voor een aantal soorten de broedmogelijkheden sterk afnemen. Andere soorten daarentegen zoals Wilde eend, benutten wel deze nieuwe situatie en nemen in aantal toe. Meestal zijn het de kritische soorten die in aantal verder afnemen, doordat ze ook in hun broed-, doortrek- en overwinteringsgebieden onder sterke druk staan door verstoring, biotoopverlies en verslechterde milieukwaliteit.

### **Overige fauna**

In Het Zwin zelf komen geen populaties van de zeldzame Boomkikker (*Hyla arborea*) voor, gezien het zoute karakter van het water. Wel zijn belangrijke populaties van deze soort bekend op de oude stadswallen van Retranchement en in omliggende poldergebieden die een meer uitgesproken zoetwater karakter hebben. Daarnaast zijn recent boomkikkers waargenomen in zoete oppervlaktewater in de Willem Leopoldpolder, die grenst aan het Zwin.

## **2.5 Landschappelijke waarden**

De landschappelijke aantrekkelijkheid van het Zwin kan kortweg worden gekarakteriseerd als een typisch kustlandschap met de volgende kenmerken:

- de mozaïek van vegetatietypen;
- het grillige verloop van kreken en plassen;
- de openheid van het landschap.

Gezien het vrijwel ontbreken van gebouwen en de variatie in het landschap is ook de Willem Leopoldpolder van landschappelijke waarde.

## 2.6 Natuureducatieve en natuurrecreatieve waarde

Het educatieve vogelpark van het Zwin is een belangrijke toeristische trekpleister; jaarlijks komen hier 250.000 bezoekers.

In het open gestelde gedeelte van het Zwin worden veel bezoeken onder begeleiding georganiseerd. In 1995 zijn 2.700 rondleidingen verzorgd door het Centrum voor Natuurbeschermingseducatie.

Zowel het Zwin als slikken en schorrengebied als het achterliggende open poldergebied van de Willem Leopoldpolder vervullen een belangrijke recreatieve functie.

Voor de regio is het Zwin van groot belang. De aanwezigheid van dit gebied in de directe omgeving van Knokke geeft de regio een positieve uitstraling.



## 3 Systeembeschrijving

### 3.1 Abiotische processen

Het Zwin is het restant van een zeearm, die in de loop van de tijd verzandt, afgedamd en deels ingepolderd is.

Bij een aangroei-kust kan sluftervorming plaatsvinden door duinvorming op het strand, waardoor het oorspronkelijke strand een slufervlakte gaat vormen. Bij voortzettende verzanding zal zich een nieuwe zeereep vormen, en wordt de slufervlakte afgesloten van de zee. Hierdoor ontstaat op termijn een zoete duinvalei. Een slufte is daarom per definitie een tijdelijk stadium in een dynamische kust.

De ontstaansgeschiedenis van het Zwin als intergetijdegebied is anders. Op dit moment vinden in het Zwin echter gelijksoortige processen plaats als bij slufte aan een aangroei-kust. Wanneer geen maatregelen genomen worden zal bij voortdurende verzanding het intergetijdegebied van het Zwin verdwijnen.

Het Zwin is in feite een zoute of brakke duinvalei, verbonden met de zee door een opening in de voorste duinenrij. De volgende kenmerken kunnen worden onderscheiden (Eysink et al., 1992; Hoekstra et al., 1992):

- tweemaal daags vindt via één geul door de zeereep in- en uitstroom van zeewater plaats; het water dringt verder de vallei in via een vertakt krekensstelsel;
- het krekensstelsel met het intergetijdegebied (het oppervlak tussen GLW en GHW) is relatief klein ten opzichte van de vloedkom (oppervlak ten opzichte van het stormvloedpeil). Deze verhouding is afhankelijk van de fase in de ontwikkeling waarin de overgangsvorm zich bevindt;
- de geul in de zeereep heeft een drempel met een hoogte van 3,0 tot 3,1 m TAW (0,6 tot 0,7 m NAP), waardoor het geulensstelsel in de vallei bij laagwater niet volledig leeg loopt en bij opkomend tij pas na enige tijd water in het Zwin kan stromen;
- de overstromingsfrequentie ligt tussen 2 maal daags bij gemiddeld tij (geulen) tot incidentele inundatie tijdens stormen. Inundatie van de gehele vallei (slufervlakte) met zeewater treedt minimaal één keer per jaar op;
- de vlakte heeft een sterk zandig substraat;
- aan de rand van de vlakte bestaat een zoet-zout-gradiënt, d.w.z. er treedt aanvoer op van zoet kwelwater naar de slufte en afvoer daarvan naar zee; ook elders kan door infiltratie van regenwater periodiek verzoeting optreden;
- de ecologische ontwikkeling wordt primair bepaald door de morfologische ontwikkeling.

Wanneer we de morfologische processen onder invloed van de getijdewerking nader beschouwen, dan blijken de volgende factoren van belang te zijn.

- de verhouding tussen het getijdeprisma van de slufte (P) en het transport van zand langs de kust (M);
- de stroomsnelheid van het water;
- het debiet;
- het eolisch zandtransport.



De *verhouding tussen het getijdeprisma van de slufster (P) en het transport van zand langs de kust (M)* is van invloed op het openblijven van de slufstermonding. Het getijdeprisma, ook wel komberging genoemd, is de hoeveelheid water welke bij een jaargemiddelde getijdeconditie in de vloedfase het intergetijdegebied in kan trekken. Voor het Zwin was dit tussen 1973 en 1986 gemiddeld ongeveer 103.000 m<sup>3</sup>. Een slufstermond zal op natuurlijke wijze verzanden als de verhouding P/M een zekere kritische waarde onderschrijdt. Voor de huidige situatie bedraagt deze coëfficiënt maximaal  $103.000/130.000 = 0,79$ . Die waarde ligt in een range die zeer duidelijk een onstabiele, onbevaarbare getijdeinlaat aangeeft (Coosen en Roelse, 1987). Het zandtransport langs de kust neemt, mede door suppleties langs de Belgische en Nederlandse kust zeker niet af. Door voortschrijdende verzanding van de slufstervlakte neemt het getijdeprisma verder af. Er ontstaat dus een trend waarbij P/M verder afneemt, waardoor de monding van het Zwin zich op termijn geheel sluit.

De geomorfologische processen die binnen de slufstervlakte plaatsvinden, zijn afhankelijk van de volgende, elkaar beïnvloedende factoren:

De *stroomsnelheid* van het water dat door de getijdewerking in- en uitstroomt bepaalt de mate waarin slib en met name zand in suspensie meegevoerd kan worden, en de mate waarin sedimentatie dan wel erosie plaatsvindt. Bij hogere stroomsnelheden treedt erosie op, bij lagere stroomsnelheden sedimentatie. Het zwingebied wordt door de aanwezigheid van een drempel in de monding en als gevolg van de getijkromme, gekenmerkt door relatief hoge stroomsnelheden in de vloedfase en relatief lage stroomsnelheden in de ebfase. Mede onder invloed van de golfwerking in de slufstermonding, worden vooral in de hoofdgeul tijdens de vloedfase grote hoeveelheden zand landinwaarts getransporteerd. Daarbij kan verdere uitschuring van het zeewaartse deel van de hoofdgeul plaatsvinden. Dit zand wordt, bij afname van de stroomsnelheden landinwaarts afgezet. De stroomsnelheid tijdens de ebfase is veel geringer. De ebfase duurt in het zwin ongeveer 11 keer zo lang als de vloedfase. De uitschurende werking en het transporterend vermogen van de ebstream is daarom veel geringer. Het resultaat is dat over het gehele Zwinvlakte gezien, een netto sedimentatie van zand plaatsvindt.

De *afvoer (debiet)* is het volume water dat per tijdseenheid een bepaalde plaats passeert, en staat daarom in direct verband met de stroomsnelheden. Bij een grotere *komberging* van de slufstervallei ontstaan grotere debieten, omdat binnen de duur van het getijde een groter gebied gevuld moet worden met water. Hierdoor nemen de stroomsnelheden toe, zij het dat de profielen van het geulenstelsel zich hier naar verloop van tijd op aanpassen. Door het vergroten van de komberging van het Zwin, waarmee dus tijdens de instroming meer water toegelaten wordt, kunnen de afvoeren en stroomsnelheden tijdens de uitstroming vergroot worden. Door de gunstigere P/M-verhouding wordt de verhouding tussen landinwaarts en zeewaarts zandtransport, ten gunste van de laatste mogelijk positief beïnvloed. In ieder geval heeft het vergroten van de komberging tot gevolg dat de totale verzanding wordt uitgesteld.

De sedimentatie- en erosieprocessen binnen de slufstervallei zijn afhankelijk van de verdeling van stroomsnelheden en afvoeren binnen het krekensstelsel, en de inundatiefrequenties van specifieke delen van het gebied. Bij normale getijdeomstandigheden loopt alleen het geulenstelsel onder water. Sedimentatie vindt daarbij voornamelijk plaats in de geulen zelf en in de laag gelegen zones langs de geulen. In zo'n 35 % van de getijden lopen de lagere delen van de slufstervallei onder water, en vindt sedimentatie in deze depressies plaats. Bij springtij en stormomstandigheden inunderen grotere delen van het schorren- en slikkenge-

bied. Een vrijwel volledige inundatie van het Zwin vindt plaats in ongeveer 5% van de getijden. Met name onder storm-omstandigheden worden de grootste hoeveelheden zand landinwaarts verplaatst, en afgezet op de schorren. Geheel conform een natuurlijke ontwikkeling verzandt, bij uitblijven van maatregelen, het schorren- en slikkengebied.

Naast morfologische processen onder invloed van de getijdewerking kan ook *eolisch zandtransport* bijdragen aan de verzanding van het Zwin. Door de relatief beschutte ligging van de slufervallei en de aanwezige begroeiing treedt netto sedimentatie op door over het duin gewaaid zand.

## 3.2 Relatie abiotiek, vegetatie en fauna

De relaties tussen abiotische en biotische factoren zijn in deze paragraaf kort aangestipt. Achtereenvolgens is ingegaan op de relatie tussen abiotische parameters en vegetatie en de relatie tussen vegetatie en het voorkomen van avifauna. Een meer gedetailleerde uitwerking is gegeven in bijlage 2.

### Relatie abiotische parameters en vegetatie

Op basis van hoogtemetingen en fysisch-chemische bodemanalyses (Van den Balck, 1994) is voor de beschreven vegetatietypen een tabel opgesteld, die een overzicht geeft van de ecologische standplaatsvereisten van deze vegetatietypen (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Gemiddelde waarden van de abiotische parameters per vegetatietype

Parameter (gemiddelde waarden)	Vegetatietype									
	1a	1b	2	3a	3b	4	5	6c	6d	6e
hoogte (m TAW) (1)	4,45	4,35	4,67	4,74	4,82	4,94	4,70	5,11	5,19	4,92
pH	7,81	7,78	7,88	7,99	7,72	7,96	7,54	8,32	8,18	8,09
zoutgehalte (2) (Ms/cm)	5,8	-	5,0	3,8	3,4	2,1	3,2	1,4	2,3	1,3
N (mg/100 g materiaal)	316	307	352	509	330	377	918	161	265	-
organisch gehalte (%)	2,934	3,232	3,480	5,261	2,952	5,312	7,228	2,392	2,848	-
bodemverdichting	2	1	3	3	4	4	3	4	4	4
zand (g/10g materiaal)	1,960	0,130	0,936	1,913	3,145	5,56	0,78	8,43	5,95	-
klei + leem (g/10g materiaal)	8,040	9,870	8,393	8,090	6,855	4,450	9,220	1,575	4,055	-

(1): TAW = NAP + 2,4 m

(2): voor het zoutgehalte geldt dat de extreme waarden die voorkomen meer bepalend zijn voor het voorkomen van plantesoorten dan de hier genoemde gemiddelde waarden

Overstromingsduur en overstromingsfrequentie zijn sterk van invloed op de ontwikkeling van vegetatietypen. Door Van den Balck (1994) zijn voor 76 vegetatieopnamen hoogtemetingen uitgevoerd. Door de standplaatshoogte per vegetatietype uit te zetten tegen de gemiddelde getijdecuren, is de gemiddelde overspoelingsduur per vegetatietype af te lezen (figuur 3.1). Op deze manier kan een voorspelling gemaakt worden van de te verwachten oppervlakte per vegetatietype bij ontpoldering en/of afgraving van schordelen.

In bijlage 2 is meer in detail ingegaan op de samenhang tussen vegetatie, waterstandsfluctuatie, zoutgehalte en bodemsamenstelling.

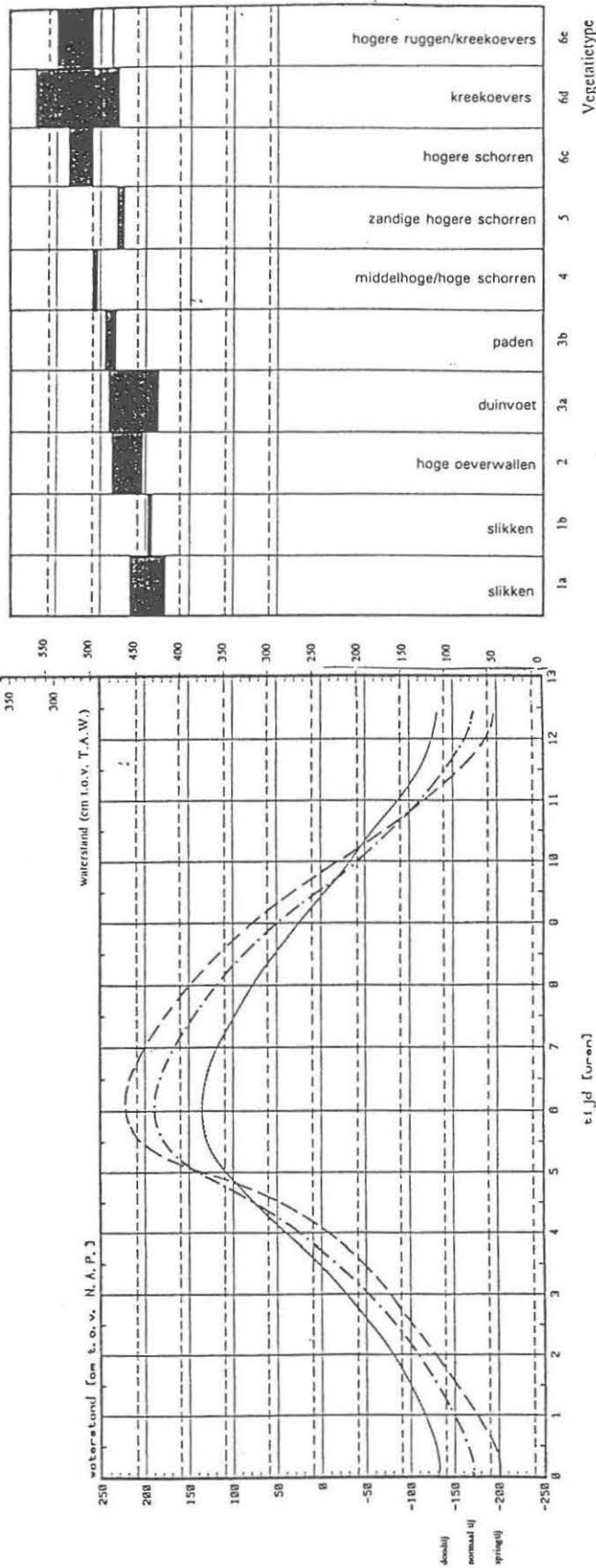
Uit de verschillende vegetatiekarteringen die de laatste 20 jaar zijn uitgevoerd, blijkt dat er steeds sprake was van een verzanding van de Zwinvlakte. De ontwikkeling van de vegetatie gaat echter meestal traag en is bovendien onderhevig aan schommelingen in tijd en ruimte. Een berekening van de oppervlakte-inname per vegetatietype is uitgevoerd door Eurosense.

Dit blijkt ook duidelijk uit tabel 3.2, waarin de oppervlakte-inname per vegetatietype over een periode van 8 jaar is weergegeven. Per vegetatietype zijn op- en neergaande trends vast te stellen. Een algemene trend is wel dat de vegetaties van de laagste schorren en slikken, de Zeekraal-Schorrekruid-vegetaties (*Salicornietum strictae* en *Suaedetum maritimae*), geleidelijk in oppervlakte afnemen en vervangen worden door Kweldergras-vegetaties (*Puccinellion maritimae*). Dit wijst op een ophoging van deze gebieden. Bovendien is het voorkomen van bepaalde vegetatietypen, voornamelijk de pioniervegetaties, sterk afhankelijk van de beheersactiviteiten die in het gebied plaatsvinden.

Tabel 3.2 Oppervlakte per vegetatietype over de periode 1986-1993

Vegetatietype (1)	Oppervlakte (ha)				
	1986	1987	1989	1991	1993
1a	8	10,7	11,1	5,2	4,3
1b	16	26,3	27,0	20,3	16,7
2	33	13,5	28,0	35,0	35,4
3a + 3b	11	4,6	6,1	5,5	5,0
4	<1	29,2	13,7	15,8	16,5
5	6	14,3	10,1	11,3	8,7
6a					
6c	1				
6d	25	26,8	25,0	19,8	24,2
6e	11				
7	<1	1,9	3,0	2,9	2,6
Totale oppervlakte	113	127,3	124	115,8	113,4

Figuur 3.1 Relatie tussen waterstanden, hoogteligging en vegetatietypen



Grafiek : Verband gemiddelde waterstanden - hoogteligging vegetatietypen

Gemiddelde waterstanden te Cadzand



Het optreden van verzanding is duidelijker af te lezen bij het vergelijken van vegetatieopnamen die zijn uitgevoerd over een langere periode. Jansen stelde in 1979 een gedetailleerde vegetatiekaart op. Een berekening van de oppervlakte-inname per vegetatietype werd niet uitgevoerd maar bij vergelijking met de meest recente beschikbare vegetatiekaart opgesteld door Eurosense in 1993 zijn de volgende conclusies te trekken:

- de **Zeekraal-Schorrekruid-vegetaties** die in 1979 in het Zwin voorkwamen zijn vrijwel allen **vervangen door Zoutmelde-vegetaties** (*Halimionetum portulacoidis*). Dit betekent niet dat de oppervlakte die deze vegetaties innemen ook sterk is gedaald. De zones die in 1979 nog onbegroeid waren, de gebieden M1, M2, M4 en de brede zone van geul D, zijn in een periode van 15 jaar verzand tot het niveau waarop een Zeekraal-Schorrekruid-vegetatie zich kan vestigen. Er heeft dus een verschuiving plaatsgevonden van deze pioniervegetaties;
- in de centrale zone ten zuiden van de west-oost georiënteerde gracht die het vrij toegankelijk deel afsluit van het ontoegankelijk deel van de Zwinvlakte, is door verdere verzanding de oorspronkelijk aanwezige **Kweldergras-vegetatie vervangen door een Zoutmelde-vegetatie**;
- de **Strandkweek-vegetatie** (*Atriplici-Agropyretum pungentis*) die op de hoogste schordelen voorkomt is voornamelijk **uitgebreid** in gebiedsdeel M6 en op alle oeverwallen van de geulen;
- de waterpartij M5 is ontstaan door het aanleggen van een dam waardoor water werd geconserveerd. Voorheen was dit gebied bedekt met **Zilte rus-vegetaties** (*Juncetum gerardii*) die door de permanente inundatie zijn **verdwenen**.

#### Relatie tussen vogels en vegetatie

Burny (1981) verrichte een studie over de relatie vogels en de vegetatietypen en structuren die ze prefereren in het Zwin. In deze studie zijn de volgende relaties aangegeven

- **droogvallende zandplaten zonder begroeiing** worden voornamelijk door grotere vogelsoorten zoals meeuwen, sterns, aalscholvers (*Phalacrocorax carbo*) en reigerachtigen benut als rustgebied, terwijl steltlopers als Rosse grutto (*Limosa lapponica*), Zilverplevier (*Pluvialis squatarola*), Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*) en Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) deze platen als voedselgebied gebruiken;
- de **brakke geulen en meertjes zijn samen met de slikken** de uitgelezen foerageergebieden voor vrijwel alle steltlopers in elk jaargetijde. Bonte strandlopers (*Calidris alpina*) die met hun langere bek uitgesproken tastzoekers zijn, zoeken hun voedsel in het ondiepe water terwijl plevieren die een kortere bek bezitten en vooral zichtjagers zijn, dit doen op de slikken. Heel wat soorten zoals Kluut (*Recurvirostra avosetta*), Tureluur (*Tringa totanus*), Scholekster (*Haematopus ostralegus*) en Wilde eend (*Anas platyrhynchos*) broeden dicht bij deze slikken op de iets hoger gelegen schordelen. Met hun jongen gaan ze in de geulen op zoek naar eten en hebben tevens een goede dekking in de grillige geulranden en slenken. De slikken worden eveneens veel benut als rustgebied door de meeste steltlopers terwijl ganzen ze gebruiken als landingsplaatsen;
- de **hogere schordelen met voornamelijk Zoutmelde-vegetaties** vormen het broedbiotoop voor Wilde eend, Kokmeeuw (*Larus ridibundus*), Rietgors (*Emberiza schoeniclus*), Kneu (*Carduelis cannabina*), Gele kwikstaart (*Motacilla flava*) en Graspieper (*Anthus pratensis*) en bieden beschutting en voedsel aan verschillende eendesoorten, Meerkoet (*Fulica atra*), Waterhoen (*Gallinula chloropus*) en Watersnip (*Gallinago gallinago*);

- de **schorren met een dominantie van Lamsoor** vormt het jachtterrein van de Bruine kiekendief (*Circus aeruginosus*), het broedterrein van voornamelijk Kluut, Scholekster, Veldleeuwerik (*Alauda arvensis*) en Tureluur en het foera-geergebied voor vele zaad- en insektenetende zangvogels;
- de **schorren waar Zilte rus domineert** wordt voornamelijk door eenden zoals Wilde eend, Wintertaling (*Anas crecca*), Slobeend (*Anas clypeata*) en Bergeend (*Tadorna tadorna*) en steltlopers zoals Tureluur en Bontbekplevier als broedbiotoop geprefereerd;
- de **hoogst gelegen schordelen** tenslotte met een dichte Strandkweek-vegetatie worden als broedgebied verkozen door Tureluur, Wilde eend, Patrijs (*Perdrix perdrix*), Kneu, Rietgors en Graspieper. De Velduil (*Asio flammeus*) heeft hier zijn jachtterrein op kleine vogels zoals piepers en vinkachtigen die hier eveneens hun voedsel komen zoeken.

Het aantalsverloop van doortrekkende, overwinterende en broedende vogels in de laatste twintig jaar (tabel 2.2 en bijlage 3) illustreert de problematiek van de verzanding. Vrijwel alle soorten steltlopers zijn sinds de jaren tachtig sterk tot zeer sterk in aantal afgenomen nadat het probleem van verzanding, ten gevolge van de kunstmatige aanzanding van de strandvlakte van Knokke, zich manifesteerde.

Belangrijke indicatorsoorten die veranderende milieuomstandigheden aangeven zijn Tureluur (*Tringa totanus*), Bonte strandloper (*Calidris alpina*), Krombekstrandloper (*Calidris ferruginea*), Kleine strandloper (*Calidris minuta*), Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) en Rosse grutto (*Limosa lapponica*). Deze soorten komen of kwamen in aantal voor in het Zwin, soms als broedvogel, maar meestal als overwinteraar of doortrekker.

De aantalsontwikkeling in tabel 2.2 geeft duidelijk de ontwikkeling naar hoge schorren aan. Soorten van hoge schorren (Wilde eend, Bergeend en Zilvermeeuw breiden uit, terwijl een soort van de slikken en lage schorren zoals Tureluur in aantal afneemt.

Voor de Kluut (*Recurvirostra avosetta*), Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*) en Visdief (*Sterna hirundo*) gelden andere factoren. De Kluut heeft ondiep water en een slibrijke bodem als foerageerbiotoop. Deze soort broedt hoofdzakelijk in tijdelijk biotoop dat door grote waterbouwkundige werken beschikbaar komt. Het creëren van het slikgebied M3 heeft een gunstige invloed op het aantal broedende kluten in het Zwin.

De Strandplevier broedt op zandige, schaars begroeide, zilte gebieden zoals stranden en strandvlakten. Gezien de sterk toegenomen recreatiedruk in vrijwel alle gebieden langs de kust, heeft deze soort nog nauwelijks ruimte om met succes te broeden.

Meeuwen zijn opportunisten. Overal waar voedsel is en gespecialiseerde soorten het laten afweten, duiken zij op. In het Deltagebied zijn visserijactiviteiten, vuilnisbelten en mosselteelt de belangrijkste voedselbronnen voor de Zilvermeeuw. In het volledige Deltagebied zijn de aantallen meeuwen sterk toegenomen sinds half de zeventiger jaren.



## **4           Uitgangspunten, scenario's op hoofdlijnen, beoordelingscriteria en basisstudies**

### **4.1           Uitgangspunten**

Voor het samenstellen van de scenario's zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 Uitgangspunt van de Technische Werkgroep van de Internationale Zwincommissie is om het Zwin als intergetijdegebied/schorren- en slikkengebied te behouden. Om het zilte karakter veilig te stellen moet het gebied regelmatig kunnen overstroomd worden met zeewater. Hiervoor dient de verzanding actief te worden bestreden;
- 2 Aangezien het gebied een beschermde status geniet als natuurgebied, mogen de ingrepen niet storend zijn voor de natuurwaarden en de landschappelijke waarden.
- 3 Het meer M3 aan de westzijde van het Zwin is momenteel niet onderhevig aan het getijderegime. Alleen bij zeer hoge waterstanden wordt het gebied met vers zeewater gevoed. De afvoer van het water wordt in de belangrijkste aanvoerende geul kunstmatig verhinderd en vindt slechts plaats via lokale kreken en geultjes. Gezien de hoge avifaunistische, vegetatiekundige en natuureducatieve waarden in dit deelgebied is het uitgangspunt dat dit kunstmatig beheer van de waterpeilen hier gehandhaafd blijft.
- 4 Een aantal mogelijkheden van 'harde' maatregelen, zoals hoge kribben in zee, is uitgesloten.

### **4.2           Scenario's op hoofdlijnen**

Op basis van eerdere verkenningen (Kerckaert 1989, Coosen en Roelse 1987, Meire en Kuijken 1993) kunnen de volgende mogelijkheden worden onderscheiden om verzanding van het Zwin tegen te gaan:

- 1 Verminderen van het resulterend langstransport van sediment:  
hiertoe bestaan drie mogelijkheden:
  - a het plaatsen van hagen op het strand en de duinen ter beperking van het eolisch transport;
  - b de beperking van brandingslangstransport door een zandvang onder water aan de monding van de geul te maken;
  - c het plaatsen van grote strandhoofden, dwarsdammen etc.



- 2 Vergroten van het getijdeprisma en daarmee van het uitschurend effect van de ebstroom:  
hiertoe bestaan de volgende mogelijkheden:
  - a het verlagen van de drempels in de Zwingeu; l;
  - b het hergraven en heroriënteren van de Zwinmonding;
  - c het aanleggen van zandvangen etc.;
  - d het vergroten van de komberging door maatregelen in het Zwin zelf (verruiming geulen en verlaging van (delen) van het gebied);
  - e het vergroten van de komberging door maatregelen buiten het Zwin (toevoegen van (delen van) de achterliggende Willem Leopoldpolder aan het Zwin).
- 3 Vergroten van het debiet van de ebstroom:  
een mogelijkheid hiertoe wordt geboden door de afvoer van (zoet) water uit het Afwateringskanaal via de Zwingeu l te laten plaatsvinden.

De maatregelen 1a (hagen), 1c (strandhoofden), 2a (verlagen drempels) en 2b (hergraven monding) zijn in deze studie niet verder beschouwd. Deze maatregelen zijn ten dele reeds uitgevoerd (zie tabel 2.1), zijn in relatie tot de uitgangspunten ongewenst of leveren blijkens eerdere studies onvoldoende rendement op.

Momenteel is direct achter de monding van het Zwin een zandvang aangelegd die minimaal tweejaarlijks wordt geleegd. Gezien de frequentie waarin dit beheer wordt uitgevoerd en het verstorend effect van het huidige beheer zijn door de Technische Werkgroep van de Internationale Zwincommissie een aantal scenario's geformuleerd voor het toekomstig beheer van het Zwin.

Tabel 4.1 geeft de scenario's en varianten die in het kader van dit project zijn uitgewerkt en op hun effecten zijn beoordeeld. Een korte omschrijving van de scenario's is hierna gegeven, voor een verdere uitwerking van de scenario's wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

#### **Scenario SPO: Spontane ontwikkeling**

Dit scenario is de situatie waarin er geen ingrepen in het gebied meer worden uitgevoerd om de verzanding tegen te gaan. Het Zwin wordt aan zichzelf overgelaten en de zandafzetting heeft vrij spel.

De uitgangssituatie voor dit scenario komt overeen met de door het Waterbouwkundig Laboratorium modelmatig doorerekende T0-situaties.

#### **Scenario HAZ: Handhaven zandvang**

Dit scenario betreft het handhaven van de huidige situatie. De zandvang wordt 'optimaal' onderhouden en regelmatig leeggehaald. Tevens wordt regelmatig de Zwinmonding verplaatst en worden delen van de hoofdgeul uitgediept.

Dit scenario komt overeen met toestand T6 uit de rapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium. De toestand die modelmatig is doorerekend betreft de situatie met verlegde Zwinmonding, met verdieping van de hoofdgeul en met aangelegde zandvang.

Een variant op dit scenario die nader is onderzocht is de situatie waarbij in de niet ontpolderde Willem Leopoldpolder de huidige landbouwkundige functie wordt omgezet in een natuurfunctie.

Tabel 4.1 Scenario's en varianten die in het project onderling worden vergeleken

Scenario (variant)	Omschrijving	Oppervlak (%)	Aanvullende maatregel		Modelbere- kening WL
			Extra spui- werking	Natuurontwik- keling Willem Leopoldpolder	
SPO	Spontane ontwikkeling				
HAZ	Handhaven zandvang				T6
(HAZ-nwl)				+	
KBI	Vergroten komberging binnen het huidige natuurgebied				
(KBI-M1M2)					T3
(KBI-M5M6)					T16
KBE	Vergroten komberging door ont- polderen Willem Leopoldpolder				
(KBE-100)		100%			T19
(KBE-50)		50%			T20
(KBE-25)		25%			T21 T25
ESP	Extra spuiwerking		+		
(ESP-con)	(continue spuiwerking)		+		T1,0
(ESP-inc)/ (ESP-opt)	(incidentele spuiwerking)		+		T34,72

### Scenario KBI: Vergroten van de komberging door het af- en uitgraven van hogere delen binnen het huidige natuurgebied

Het vergroten van de komberging is mogelijk een maatregel die duurzaam de verzanding van het gebied tegengaat. Naarmate de komberging toeneemt neemt het afvoerend vermogen aan sedimenten toe. Scenario KBI geeft de situatie weer waarbij de komberging wordt vergroot door het afgraven van delen binnen het bestaande natuurgebied.

In het huidige natuurgebied zijn hiertoe verschillende maatregelen-varianten mogelijk. In deze studie is uitgegaan van de volgende twee varianten:

- variant KBI-M1M2: verdieping van de meertjes M1 en M2 tot op het peil +2,00 m TAW (- 0,4 m NAP), verlegde Zwinmonding en verdieping van de hoofdgeul. Deze variant komt overeen met de door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout modelmatig doorgerekende toestand T3;
- variant KBI-M5-M6: het afgraven van de zandplaat M5 en het schor M6. Hierdoor ontstaan twee meertjes (M5 en M6) in het centrale en het oost-centrale deel van het Zwin. Deze meren staan onderling in verbinding en staan in verbinding met meertje M2 en de hoofdgeul langs de bestaande geulen. Dit scenario komt overeen met toestand T16 uit de rapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium.

### **Scenario KBE: Vergroten van de komberging door het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder**

Een andere mogelijkheid om de komberging te vergroten is het ontpolderen van een gebied gelegen buiten de begrenzing van het natuurgebied het Zwin, de Willem Leopoldpolder. Voor het te ontpolderen gebied zijn drie oppervlaktevarianten op hun effect beoordeeld:

- variant KBE-100, ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder;
- variant KBE-50, ontpolderen van ongeveer de helft van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder;
- variant KBE-25, ontpolderen van een kwart van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder.

De varianten KBE-100, KBE-50 en KBE-25 van dit scenario komen respectievelijk overeen met de modelmatig doorerekende toestanden T19, T20 en T21 uit de rapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium.

### **Scenario ESP: Realiseren van extra spuiwerking**

In dit scenario is een extra spuiwerking gerealiseerd door het water dat via het Uitwateringskanaal wordt afgevoerd via het pompemaal te Cadzand, deels te lozen in het Zwin.

Van dit scenario zijn de volgende twee varianten op hun effectiviteit beoordeeld:

- variant ESP-con, waarbij een continue spuiwerking wordt gerealiseerd, het debiet is hierbij klein;
- variant ESP-inc, waarbij incidenteel een groot debiet in het Zwin-gebied wordt gepompt.

### **Mitigerende beheersmaatregelen**

In de huidige situatie vindt op het nederlandse deel van het Zwin extensieve begrazing met schapen plaats. In combinatie met de hiervoor genoemde maatregelen die mogelijk de verzanding van het Zwin stoppen of vertragen, kan ook begrazing van de schorren met grote of kleine grazers (runderen of schapen) een belangrijke positieve bijdrage leveren. Tot 1947 was er, weliswaar met tussenpozen, begrazing van de schorren door schapen. Begrazing moet bij voorkeur worden uitgevoerd met een vrij lage begrazingsdruk (2 Grootvee-eenheden/3ha). Vanuit praktisch oogpunt en omwille van de kansrijkdom is het begrazen van de schorren best toe te passen op de hoogste, opgeslibde gronden ten westen van de Zwinvlakte tegen de Zwingewul aan. Hier liggen de gronden hoger dan het gemiddelde hoogwaterpeil, zodat enkel bij hoge springvloed een andere plaats voor de dieren moet gezocht worden.

Maaien leidt in schorvegetaties in verhouding tot begrazing tot minder diversiteit. In sommige gevallen kan zelfs dominantie optreden van bijvoorbeeld Rood zwenkgras. Ook kunnen de mozaïekvegetaties die typisch zijn voor begrazing, door maaien niet verkregen worden daar de handeling steeds in eenmaal over een grotere oppervlakte gebeurt.

Beide genoemde mitigerende maatregelen kunnen in vrijwel elk scenario worden toegepast. Zij bieden geen structurele oplossing tegen verzanding en zij daarom in dit project niet verder uitgewerkt. Algemeen geldt dat deze maatregelen een positieve bijdrage leveren aan met name de vegetatiekundige ontwikkeling.

## 4.3 Beoordelingscriteria

Om de verschillende scenario's onderling te vergelijken zijn de meest relevante criteria geselecteerd op basis van de volgende hoofdgroepen (tabel 4.2);

- abiotische aspecten;
- ecologische aspecten;
- landschappelijke aspecten;
- recreatieve en natuureducatieve aspecten;
- beheersmatige aspecten;
- financiële aspecten.

Tabel 4.2 Beoordelingscriteria

Aspect	Criteria
Abiotische aspecten	Verlandingssnelheid geulen Verlandingssnelheid schor Oppervlakte slik Ontwikkeling van het geulenstelsel Overstroming: oppervlakte, duur en getijdeverschil
Ecologische aspecten Vegetatiekundige waarden	Zeldzaamheid van de ecotopen in nationale en internationale zin Kenmerkendheid van de ecotopen voor estuariene milieus Biodiversiteit planten Kenmerkende plantesoorten
Ecologische aspecten Faunistische waarden	Oppervlakte kustvogel-habitats Diversiteit aan vogelsoorten Kenmerkende diersoorten Verstoring
Landschappelijke aspecten	Visueel-ruimtelijke kwaliteit
Recreatieve en natuureducatieve aspecten	Potenties natuurrecreatie en natuureducatie Bezoekersaantallen Uitstraling voor de streek
Onderhoudsmatige aspecten	Intensiteit van het civieltechnisch onderhoud
Financiële aspecten	Kosten grondverwerving Kosten inrichting Kosten civieltechnisch onderhoud Overige eenmalige kosten als verplaatsen agrarische bedrijven en camping

### **Abiotische aspecten**

Binnen de abiotische aspecten is ter vergelijking van de scenario's onderscheid gemaakt in de verlandingssnelheid van geulen en de verlandingssnelheid van de schorren.

Verschillen in getijdeverschil leiden direct tot verschillen in de slikoppervlakte. Daar de slikoppervlakte een essentieel onderdeel vormt van het intergetijdengebied is een vergelijking op basis van dit criterium zinvol beschouwd. De stroomsnelheid van de vloed- en de ebstroom kan sterk variëren tussen de verschillen van de scenario's. Tezamen met de verzanding kunnen de verschillen van invloed zijn op de ontwikkeling van het geulenstelsel en daarmee op overstroming en verzanding van slikken en schorren.

De oppervlakte die regelmatig overstroomt, de frequentie waarmee dit gebeurt en de duur van de overstromingen zijn in dit gebied belangrijke bepalende factoren voor de ontwikkeling van ecotopen.

### **Ecologische aspecten**

#### *Vegetatie*

Zoals in de gebiedsbeschrijving aangegeven is het Zwin van internationaal belang gezien de aanwezige zeldzame ecotopen. De scenario's zijn onderling vergeleken op basis van deze zeldzaamheid.

Naast de zeldzaamheid zijn kenmerkendheid van ecotopen en plantesoorten en de diversiteit aan plantesoorten als belangrijke criteria beschouwd om de scenario's onderling te vergelijken.

#### *Fauna*

De faunistische waarden van het gebied worden vooral bepaald door de avifauna. Op basis van te verwachten ecotopen is per scenario ingeschat of de oppervlakte geschikt biotoop voor de soortengroepen toeneemt, gelijk blijft of afneemt. Daarnaast is een vergelijking gemaakt op basis van de diversiteit aan vogels, de mogelijkheden voor kenmerkende soorten en verstoring die direct is gecorreleerd met plaats, omvang en frequentie van onderhoud.

### **Landschappelijke aspecten**

Een van de uitgangspunten van de Technische Zwincommissie is het behoud van het huidige successiestadium met de daaraan verbonden natuurwaarden en landschappelijke waarden. De meeste scenario's zijn op dit behoud gericht. Onder invloed van de meer extreme scenario's wordt de landschappelijke verschijningsvorm zeker beïnvloed.

### **Recreatieve en natuureducatieve aspecten**

Het Zwin heeft momenteel een belangrijke recreatieve betekenis. De belangen van de sector recreatie zijn in deze studie niet uitgebreid beschouwd. Op hoofdlijnen is aangegeven wat de te verwachten tendensen zijn voor de ontwikkeling van de recreatieve waarden van het plangebied.

De ontwikkeling van de Willem Leopoldpolder kan een positieve uitstraling hebben voor de streek, met name als achterland voor Knokke. Mogelijk dat bij een te verwachten toename van de recreatieve waarde ook financiële middelen zijn te genereren. Afhankelijk van de effectiviteit van het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder kunnen deze mogelijkheden in een vervolgstudie worden verkend.



### Onderhoudsmatige aspecten

Een vertraging van de verzanding of het optreden van verzanding over een grotere oppervlakte heeft tot gevolg dat minder frequent onderhoudsmaatregelen noodzakelijk zijn. De intensiteit van het civieltechnisch onderhoud, mede van invloed op de verstoring, is als onderscheidend criterium meegenomen.

### Financiële aspecten

Een van de meest cruciale factoren die bepaalt of een van de scenario's wordt uitgevoerd, zijn de hieraan verbonden kosten. In de vergelijking van de scenario's zijn de kosten van verwerving, inrichting en civieltechnisch onderhoud afzonderlijk meegenomen.

Gezien het doel van dit project zijn de financiële aspecten niet tot in detail uitgewerkt. Bij de kostenraming is waar mogelijk gebiedsspecifieke informatie gebruikt met betrekking tot het verwerven van grond. Daarbij is de volgende waarde voor grond op onteigeningsbasis berekend:

- voor grondverwerving is uitgegaan van een prijs van Mfl 0,06 / MBfr 1,2 per ha.

Voor een aantal maatregelen zijn de volgende standaardrichtprijzen gehanteerd:

- verzwaring bestaande dijk of aanleg nieuw dijklichaam Mfl 5 per km / Mbfr 100 per km;
- afgraven zeedijk Mfl 1 per km / Mbfr 20 per km;
- 1 m<sup>3</sup> afgraven f 15,- / Bfr 300;
- overige inrichtingskosten (aanbrengen reliëf, afrasteringen etc.): f 10.000 per ha / Bfr 200.000 per ha;
- aanleg van een ringdijk rond een waterbekken inclusief uitgraven waterbekken: Mfl 1 per km / Mbfr 20 per km;
- uitplaatsen camping: Mfl 2 / Mbfr 40.

## 4.4 Basisstudies

De effectbeschrijving is voor een belangrijk deel gebaseerd op onderzoeken die in de periode 1987 tot heden zijn uitgevoerd. Het betreft de volgende studies.

### - Modelberekeningen hydrologie en zandtransport

Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout is een model opgebouwd waaruit inzicht kan worden verkregen in het zandtransport dat plaatsvindt door de getijdebewegingen.

Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout zijn voor circa 25 toestanden modelberekeningen uitgevoerd die inzicht geven in de wijziging van abiotische parameters op basis waarvan de verzanding is af te leiden. Die toestanden die overeenkomen met de in dit project te vergelijken scenario's zijn weergegeven in tabel 4.3.

Het toegepaste model is een hulpmiddel en de resultaten moeten ook als zodanig worden geïnterpreteerd. Hierna zijn enkele aandachtspunten aangegeven waarmee bij de interpretatie rekening is gehouden:

- \* het model geeft alleen een indicatief inzicht in de verzanding die plaatsvindt in dat deel van het Zwin dat is gelegen achter de huidige zandvang. De zandvang, gelegen bij de monding van het Zwin naar de zee, blijkt in de praktijk in anderhalf jaar geheel te worden opgevuld. Uitgaande van een volume van 90.000 m<sup>3</sup> betekent dit dat hier jaarlijks 60.000 m<sup>3</sup> zand wordt aangevoerd. Het grootste deel van dit omvangrijke zandtransport vindt plaats in de golven en niet via de norma-

le getijdebeweging. De modelberekeningen geven een zandtransport aan dat in de ordergrootte van 10-20 kleiner is;

- \* de resultaten van de modelberekeningen schetsen een toestand op een bepaald tijdstip. Ontwikkelingen op lange termijn zijn niet door modelberekeningen onderbouwd;
- \* de modelberekeningen zijn uitgevoerd in de periode 1987 tot 1996. Gezien de ontwikkelingen die in deze tijd in het gebied hebben plaatsgevonden zijn niet alle modelberekeningen gebaseerd op dezelfde uitgangssituatie. Dit betekent dat de resultaten van de modelberekeningen niet onderling kunnen worden vergeleken, maar ten opzichte van de verschillende uitgangssituaties moeten worden geïnterpreteerd. In tabel 4.3 is aangegeven welke uitgangssituaties voor de verschillende scenario's zijn gehanteerd. Voor de resultaten geldt dat deze niet in absolute zin moeten worden geïnterpreteerd. De onderlinge vergelijking geeft een kwalitatief inzicht in de effecten die men kan verwachten na een bepaalde ingreep;
- \* de uitgevoerde zandtransportberekeningen zijn alleen indicatief bedoeld, alleen de te verwachten tendensen kunnen worden afgelezen. Over de exacte omvang van het zandtransport is op basis van de resultaten van de modelberekeningen weinig te zeggen.

Gezien de mate waarin de modelberekeningen de werkelijke situatie voorspellen zijn de uitkomsten weinig differentiërend. Op voorhand kan worden gesteld dat conclusies over de extra komberging en het netto zandtransport op basis van de uitkomsten van dit model nauwelijks te trekken zijn.

Tabel 4.3 Gehanteerde uitgangssituaties voor de scenario's en varianten

Uitgangssituatie (toestand)	Omschrijving	Toegepast bij de scenario's en varianten
T1986	Werkelijke uitgangssituatie van 1986	HAZ KBI (variant KBI-M1M2)
T1990	Werkelijke uitgangssituatie van januari 1990, direct na aanleg van de zandvang	KBI (variant KBI-M5M6)
T1991	Uitgangssituatie gebaseerd op de ontwikkeling in het gebied na 1990, waarbij is aangenomen dat ten opzichte van de uitgangssituatie van 1990 de zandvang volledig is opgevuld en de bodem van de hoofdgeul 25 cm hoger ligt	KBE ESP KBI* KBE*

#### - Bepaling hoogteligging, aanzanding en vegetatiekundige ontwikkeling

Door EUROSENSE zijn vanaf 1987 van het Zwin tweejaarlijks luchtfotogrammetrische opnamen gemaakt. Op basis van deze opnames zijn per periode door EUROSENSE onder meer differentiële vegetatiekaarten vervaardigd.

#### - Bepaling hoogteligging Willem Leopoldpolder

Om de hoogteligging van de Willem Leopoldpolder te bepalen zijn in 1996 hoogtemetingen verricht door Eurosense. De hoogtecijfers zijn uitgewerkt in bijlage 4. Uit de resultaten blijkt dat de gemiddelde hoogte van de Willem Leopoldpolder 3,78 m TAW (1,48 m NAP) bedraagt. Het laagste punt bevindt zich op 1,96 m TAW (- 0,44 m NAP), het hoogste punt ligt op 6,62 m TAW (4,22 m NAP) en bevindt zich ter hoogte van het kampeerterrein.

## 5 Effectbeschrijving

### 5.1 Algemeen

In de hiernavolgende paragrafen zijn per scenario de effecten beschreven. Per scenario zijn hierbij de volgende aspecten uitgewerkt:

- nadere omschrijving van het scenario;
- abiotische effecten;
- ecologische effecten;
- effecten op de landschappelijke waarden;
- recreatieve en natuureducatieve effecten;
- kosten van grondverwerving, inrichting en civieltechnisch onderhoud en overige kosten.

Een belangrijk uitgangspunt van de Technische Zwincommissie is het behoud van het Zwin in de huidige vorm. Gezien dit uitgangspunt is het logisch de te verwachten ontwikkelingen van de verschillende scenario's te vergelijken met de huidige situatie, de aanwezigheid van het Zwin als intergetijdegebied met al haar waarden en kenmerken.

Het effect van natuurontwikkeling in de Willem Leopoldpolder zonder ontpoldering moet dan ook worden afgemeten naar de mate waarin zich de karakteristieken van het intergetijdegebied hier ontwikkelen. De voor een intergetijdegebied karakteristieke kenmerken kunnen zich echter niet ontwikkelen in een polderlandschap. Natuurontwikkeling in de Willem Leopoldpolder scoort dus, met uitzondering van het criterium diversiteit, negatief. Daarom is er voor gekozen om de variant HAZ-nwl, de variant waarbij natuurontwikkeling in de Willem Leopoldpolder is voorzien, niet in het gehele traject van de effectvoorspelling mee te nemen. In paragraaf 5.3 is volstaan met het aangeven van de natuurontwikkelingsmogelijkheden binnen de Willem Leopoldpolder.

### 5.2 Scenario SPO: Spontane Ontwikkeling

#### Nadere omschrijving scenario SPO

In het scenario SPO (Spontane ontwikkeling) wordt afgezien van elke maatregel om de verzanding van het Zwin te vertragen of te stoppen. Concreet betekent dit dat het regelmatig uitgraven van zandvang en hoofdgeul en het verleggen van de monding van de hoofdgeul wordt gestopt.

#### Abiotische effecten

Omdat de zandvang en de hoofdgeul niet meer onderhouden worden treedt in eerste instantie een snellere verzanding van het natuurgebied en met name van de hoofdgeul op. Dit leidt tot een afname van de komberging. Door de verhoging van de bodem bij de monding treedt een afsluiting van de verbinding met de zee op. De coëfficiënt P/M (zie paragraaf 3.1) wordt door de afname van de komberging steeds kleiner.



Dit scenario leidt tot het ontstaan van een zoete duinvallei, die niet langer onder invloed van de zee staat, en waarin dynamische processen niet langer plaatsvinden. Op korte termijn vindt een afsnoering van de hoofdgeul plaats zodat de Zwinvlakte alleen nog bij stormvloed wordt geïnundeerd. Mogelijk ontstaat een dynamisch proces van herhaaldelijke doorbraken van de strandwal bij stormen waarbij de geul zich telkens op een andere plaats bevindt en duinafkalving het gevolg is. Het water zal zich rustiger bewegen waardoor in het gebied, zolang de overspoelingen blijven duren, voornamelijk slib wordt afgezet op de oevers van de krekken. Na verloop van tijd vindt regelmatig afsnoering van de kleinere krekken plaats.

Verwacht wordt dat een definitieve afsluiting van de hoofdgeul en de vorming van een zoete duinvallei na enkele tientallen jaren tot stand komt.

### Effecten op de vegetatie

#### *Korte termijn*

Door de afsnoering en de sterk gereduceerde inundatiefrequentie, treedt door neerslag snel een verzoeting van het schorrenmilieu op. De brede zandige Zwin-geul zelf zal zich in eerste fase ontwikkelen tot een groen strand. Indien doorbraak van de strandwal lang uitblijft, krijgt deze hoofdgeul het karakter van een primaire duinvallei. Doordat de invloed van de zee geleidelijk afneemt en die van regenwater toeneemt, treedt er ontzilting op en gaat het zoet kwelwater (met als inrijgebied de duinen) een rol spelen. In de zoet-zoute milieus ontstaat een bijzondere plantengroei van pioniervegetaties, mede dankzij de vele gradiënten van zout-zoet en droog-vochtig die er voorkomen.

Als pioniervegetatie vestigt zich de Strandduizendguldenkruid-Sierlijke vetmuur-associatie met Fraai Duizendguldenkruid (*Centaurium pulchellum*), Strandduizendguldenkruid (*Centaurium littorale*), Sierlijk vetmuur (*Sagina nodosa*), Deens lepelblad (*Cochlearia danica*), Waterpunge (*Samolus valerandi*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en het zeldzame Duingentiaan (*Gentianella amarella*) en Bitterling (*Blackstonia perfoliata*).

#### *Middellange termijn*

Door afname van de overspoelingsfrequentie en verdere ontzilting ontwikkelt de vegetatie van de huidige lage schorren zich in eerste instantie naar een Zoutmelde-vegetatie. Dit wordt veroorzaakt door een doorluchting van de bovenste bodemlaag doordat de bodem minder met water verzadigd is en de poriën met lucht worden opgevuld. Het areaal Zeekraal-Schorrekruid-vegetaties neemt verder af en komt alleen nog op slibrijke geulranden voor. Lamsoor (*Limonium vulgare*) neemt na verloop van tijd in bedekking toe en wordt vervolgens vervangen door een gras-ruigtevegetatie.

De ontwikkeling van de vegetatie op de middelhoge schorren is sterk afhankelijk van de hoeveelheid slib die nog wordt afgezet bij springvloed of strandwaldoorbraken. Soorten als Gesteelde zoutmelde (*Halimione pudunculata*), Dunstaart (*Parapholis strigosa*) en Zeeweegbree (*Plantago maritima*) zullen bij hoge slibafzetting niet lang standhouden. Lamsoor (*Limonium vulgare*) daarentegen breidt zich in dat geval verder uit tot een bedekking van zo'n 70 %. Kortarig zeekraal (*Salicornia europaea*), Schorrekruid (*Suaeda maritima*), Gerande schijnspurrie (*Spergularia media*) en Kweldergras (*Puccinellia maritima*) nemen gestaag in aantal af, terwijl Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*), Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Zeealsem (*Artemisia maritima*) plaatselijk sterk kan toenemen. De vegetatieontwikkeling is daarnaast sterk afhankelijk van de biomassa die wordt geproduceerd (voedselaanbod) en extra wordt afgezet in de vorm van ijle vloedmerken bij hoge waterstanden.

De vegetatie van de hoge schorren ontwikkelt zich via een Kwelderzegge-gemeenschap naar een dominantie van Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) met soorten als Engels gras (*Armeria maritima*), Zilte rus (*Juncus gerardii*) en Zeerus (*Scirpus maritimus*). Gesteelde zoutmelde (*Halimione pudunculata*), Fraai duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*), Rode ogentroost (*Odontites verna*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) nemen in bedekking af. Aanstuivend zand kan in deze vegetaties aanleiding geven tot vorming van kleine duintjes.

Belangrijke verschuivingen in soortensamenstelling vinden plaats in de vloedmerkzones waar een aantal specifieke en zeldzame soorten zoals Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Hertshoornweegbree (*Plantago cornopus*) en Deens lepelblad (*Cochlearia danica*) voorkomen. Deze vegetaties ontwikkelen zich naar vegetaties met als dominante soorten Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Strandkweek (*Elytrigia pungens*).

Algemeen geldt dat de vegetatieverschillen tussen de lage en de hoge schorren afnemen zodat meer homogene vegetaties over grotere oppervlakten van de Zwinvlakte voorkomen.

#### Lange termijn

Na enkele tientallen jaren kunnen orchideeënrijke vegetaties ontstaan in zones waar zoete kwel vanuit de duinen overheerst. Deze bestaan uit bloem- en soortenrijke graslanden van het Knopbiesgezelschap waarin tal van orchideeën zoals Vleeskleurige orchis (*Orchis incarnata*), Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*) en Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Parnassia (*Parnassia palustris*), Knopbies (*Schoenus nigricans*), Drienerfzegge (*Carex trinervis*) en Teer Guichelheil (*Anagallis tenella*) zich vestigen. Bij uitblijven van beheer ontwikkelen zich in het gebied struweel- en bosvegetaties met soorten als Kruipwilg (*Salix repens*) en later ook Geoorde wilg (*Salix aurita*), Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en Ruwe berk (*Betula pendula*).

Zeekraal-Schorrekruid vegetaties en vloedmerkvegetaties verdwijnen dan vrijwel volledig uit het schor en de huidige schorvegetatie ontwikkelt zich bij het uitblijven van overstromingen en beheer tot een ruig, vrij soortenarm graslandtype met Madeliefje (*Bellis perennis*), Akkerdistel (*Cirsium arvense*), Zeebies (*Scirpus maritimus*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*), Kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*), Wolfspoot (*Lycopus europaeus*), Slanke waterbies (*Eleocharis uniglumis*), Duinriet (*Calamagrostis epigejos*) en Valse voszegge (*Carex otrubae*). In de natte en voedselrijke zones en langs de kreek krijgt Riet-ruigte (*Phragmites communis*) de overhand wat tevens leidt tot een verschuiving in de broedvogelstand. Meer soorten van graslanden, rietmoerassen en struwelen zullen zich in het gebied vestigen.

Op het oud duintje zal zich snel een vegetatie ontwikkelen met soorten als Kruipwilg (*Salix repens*), Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) en Wilde liguster (*Ligustrum vulgare*), terwijl in andere delen Vlier (*Sambucus nigra*) en diverse wilgesoorten opslaan.

Mits aanvullende beheersmaatregelen zoals integrale begrazing met runderen of paarden, eventueel gecombineerd met hooilandbeheer kunnen soortenrijke vegetaties ontstaan met een grote ruimtelijke variatie en diversiteit. Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*) kan zich in dergelijke milieus gemakkelijk vestigen.

De zeldzaamheid van deze groene stranden en primaire duinvalleien is groot, mede ook daar er in de toekomst langs de Belgische en Nederlandse kust vrijwel geen mogelijkheden zijn voor vorming van nieuwe, dergelijke biotopen. Gezien het uitgangspunt voor deze studie, het behoud van het Zwin als interge-

tijdegebied en de huidige aanwezige natuurwaarden, scoort dit scenario laag met betrekking tot kenmerkendheid.

#### **Effecten op de fauna**

De in de huidige situatie kenmerkende avifauna verdwijnt op lange termijn grotendeels door de verzoeting en verdroging van het gebied. Het groene strand met al dan niet voorkomen van tijdelijke brakke strandmeertjes, kan ondanks de beperkte oppervlakte en op voorwaarde dat een relatieve rust wordt gewaarborgd, de eerste jaren rijk zijn aan vogels. Doortrekkers als plevieren, ruiters en strandlopers pleisteren en foerageren er graag terwijl Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*), Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) en mogelijk ook Dwergstern (*Sterna albifrons*) en Visdief (*Sterna hirundo*), zich als broedvogel vestigen. Naarmate de begroeiing van de strandvlakte toeneemt, neemt het belang als foerageer- en broedgebied voor de vermelde soorten weer af. In duingebieden met zoetwaterpannen zal een pioniersoort als Rugstreeppad zich snel vestigen.

#### **Landschappelijke effecten**

Bij een spontane ontwikkeling wordt het gebied droger. De oppervlakte die begroeit neemt toe en door opslag van struwelen en bossen krijgt het landschap een meer gesloten karakter. Het gebied verliest in belangrijke mate de landschappelijke kenmerken van een intergetijdegebied.

#### **Natuurrecreatieve en natuureducatieve effecten**

De huidige avifaunistische waarde en de huidige openheid zijn belangrijke recreatieve trekpleisters. Daar deze huidige waarden van het gebied verloren gaan heeft dit scenario een negatief effect op de recreatieve ontwikkeling.

#### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

In dit scenario zijn geen beheersmaatregelen voorzien voor het tegengaan of beperken van de verzanding van het Zwin-gebied.

#### **Financiën**

In het Zwingebied worden geen maatregelen genomen om de huidige verzanding van het Zwin te bestrijden. Dat wil zeggen dat aan dit scenario geen kosten verbonden zijn.

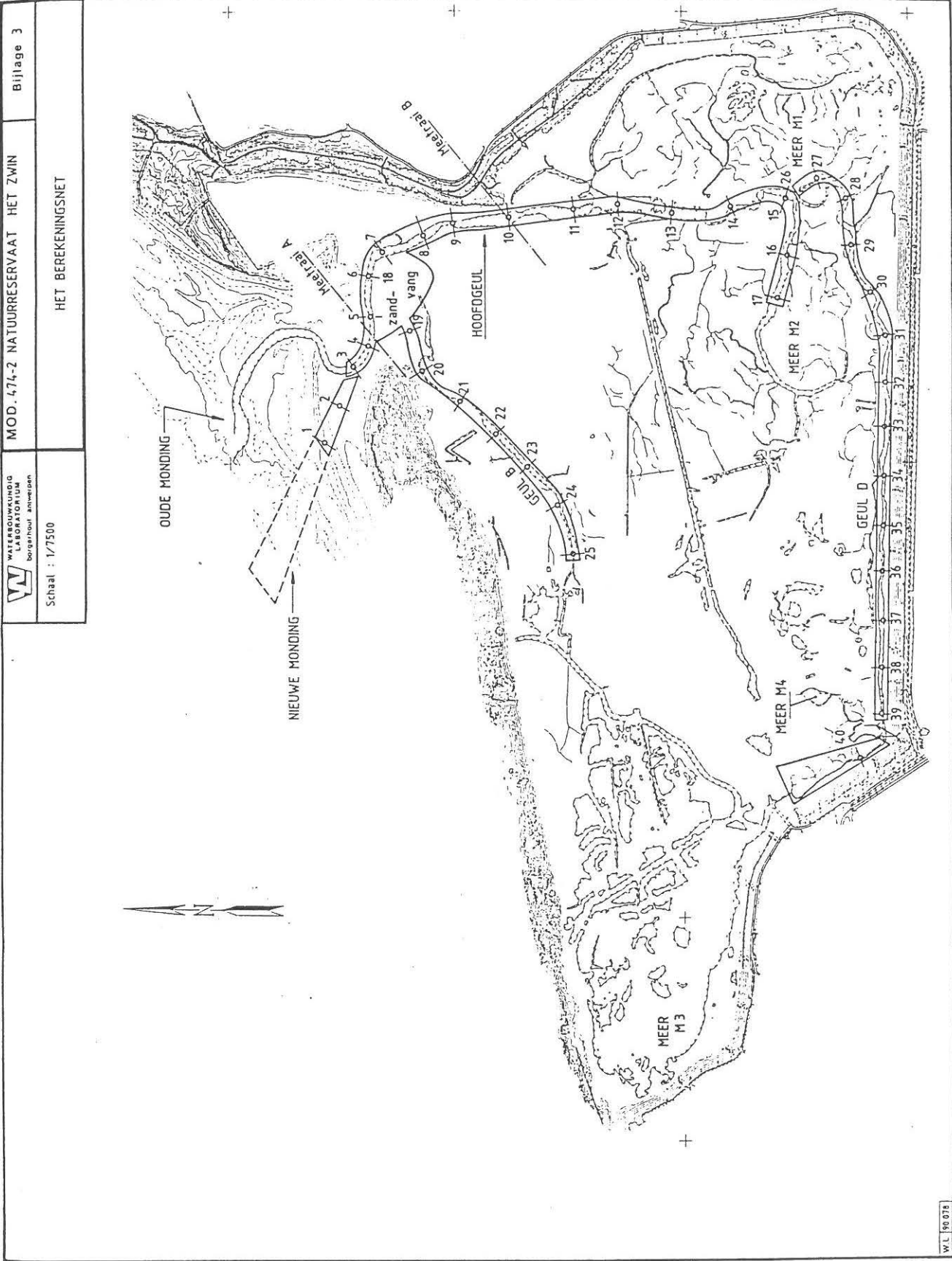
### **5.3 Scenario HAZ: Handhaven Zandvang**

#### **Nadere omschrijving scenario HAZ**

Dit scenario is het continueren van het huidige civieltechnisch onderhoud, het jaarlijks of tweejaarlijks uitgraven van de zandvang in de hoofdgeul, meestal gecombineerd met het hergraven en heroriënteren van de Zwinmonding en het uitdiepen van de hoofdgeul (kaart 5.1). Het gewonnen zand kan worden gebruikt voor herstel van het strand en de duinvoet bij Cadzand. De capaciteit van de zandvang is ongeveer 90.000 m<sup>3</sup>. Dit is de maximaal haalbare capaciteit rekening houdende met de beschikbare ruimte.



Kaart 5.1    Situatieschets scenario HAZ: Handhaven zandvang



### Abiotische effecten

De resultaten van de modelberekeningen voor dit scenario zijn weergegeven in tabel 5.1. In scenario HAZ wordt een belangrijk deel van het zand door de zandvang in de hoofdgeul afgevangen. De zandvang moet minimaal tweejaarlijks worden uitgegraven om optimaal functioneren te garanderen. In de zandvang aan het landwaartse uiteinde van de mondingsgeul vertragen bij gemiddeld springtij de gemiddelde watersnelheden tot maximum 0.1 m/s, zodat hierin het getransporteerde zand kan bezinken. Door het aanbrengen van de zandvang wordt de komberging enigszins vergroot. Het netto opwaartse transport van het zand neemt eveneens toe. Een deel van het door de getijdewerking aangevoerde zand zal de zandvang passeren en in het achterliggende gebied worden afgezet. Het netto-zandtransport is vanaf de zandvang overwegend landinwaarts gericht. Zandophoping treedt voornamelijk op langs de hoofdgeul en zijgeulen. Bij springtij en storm-omstandigheden wordt ook in het overige gebied zand afgezet.

Tabel 5.1 Resultaten van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor het scenario HAZ: handhaven van de zandvang (resultaten van berekeningen bij gemiddeld springtij)

Aspect	Scenario (toestand)	
	Uitgangssituatie (T1986)	Scenario HAZ (toestand 6)
Hoofdgeul		
v max monding vloed m/s	0,93	1,18
v max monding eb m/s	0,76	0,57
komberging Zwin x 1000 m <sup>3</sup>	229	290
Geul B		
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,40	0,44
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,29	0,40
waterpeil max. m TAW (1)	4,54	4,53
waterpeil min. m TAW	4,05	3,91
tijverschil	0,49	0,62
Geul D		
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,68	0,55
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,21	0,64
waterpeil max. m TAW	4,61	4,57
waterpeil min. m TAW	3,44	3,24
tijverschil	1,17	1,33

(1): TAW = NAP + 2,4 m

Handhaving en periodiek onderhoud van de zandvang leidt op termijn (enkele tientallen jaren) toch in eerste instantie tot een vervlakking van het Zwin en op langere termijn tot een volledige verzanding van het Zwin. Dit ondanks het feit dat een belangrijk deel van het aangevoerde zand via de zandvang wordt afgevangen en afgevoerd. De frequentie en de duur van inundatie met zeewater nemen door de toegenomen verzanding verder af. Een toenemend oppervlak van het Zwin inundeert op termijn zelden of nooit meer.

Eenduidige gegevens over het optreden en de omvang van de verzanding en het sedimenttransport zijn niet beschikbaar. Een indicatie hieromtrent is verkregen op basis van eenmalige metingen van het sedimenttransport. In augustus 1993 is door Eurosense een meetcampagne in de Zwingeul uitgevoerd (Euro-



sense, 1993). In deze meetcampagne bleek in het gemeten tij ongeveer 2 m<sup>3</sup> netto landinwaarts zandtransport plaats te vinden. Uitgaande van 720 tijen per jaar betekent dit een jaarlijkse aanzanding van zo'n 1.500 m<sup>3</sup>/jaar. Waarschijnlijk neemt het netto landinwaarts zandtransport bij storm met een factor 10 of meer toe.

### **Effecten op de vegetatie**

Zowel de praktijkervaring als de modelberekeningen tonen aan dat door deze maatregel de huidige vegetatietoestand enigszins kan worden geconsolideerd, indien tijdig de zandvang geruimd wordt. Toch vindt er nog steeds een landwaarts zandtransport plaats waardoor vooral de slikken en de lagere schorren verder langzaam worden opgehoogd. Deze aanzanding vindt vooral plaats in en langs geul D zodat de hier nog voorkomende Zeekraal-Schorrekruid-vegetaties verder in oppervlakte afnemen en worden teruggedrongen tot smalle stroken langs de geulranden waar voldoende slib wordt vastgehouden en geregeld inundatie plaatsvindt. De belangrijkste groeiplaats van deze vegetatieassociatie zal in de toekomst voorkomen in het slik M3, afhankelijk van het daar gevoerde waterhuishoudkundig beheer. Een verdere langzame verzanding van de schorren heeft ook tot gevolg dat de Gewone Zoutmelde-associaties zich nog verder uitbreiden tot deze uiteindelijk te hoog opslibben en overgaan naar Strandkweek- en Zeeaster-vegetaties. De tijdspanne voor de geschetste ontwikkeling is moeilijk in te schatten en is sterk afhankelijk van de effectieve hoeveelheden zand die op de schorren achterblijven. Deze hoeveelheden worden sterk beïnvloed door het aantal zware stormen dat tijdens de winterperiode voorkomt. Een feit is dat de frequentie van deze stormen de laatste tien jaar sterk is toegenomen.

Door de werking van de zandvang wordt de achteruitgang van de vegetaties door verzanding vertraagd. De oppervlakte zandplaat en met zand bedekt slik is in de periode juni 1989 - juni 1991 uitgebreid ten koste van de oppervlakte zuiver slik. De meer zandverdragende vegetaties breidden zich in dezelfde periode uit ten koste van de zoutminnende vegetaties (Eurosense, 1993). Bovendien genoemde verschuivingen zijn veel geringer dan de verschuivingen in de periode hiervoor, toen er geen maatregelen in het gebied waren genomen om de verzanding tegen te gaan.

### **Effecten op de avifauna**

Tweejaarlijks treedt er een verstoring van twee maanden op in het Zwin bij het leeghalen van de zandvang en bijkomende werkzaamheden. De zandvang bevindt zich in het, uit ecologisch oogpunt, minst kwetsbare deel van het Zwin-gebied. Bovendien worden de werkzaamheden uitgevoerd in die periode waarin de te verwachten effecten op de natuurwaarden (met name avifauna) het geringst zijn.

Een verdere verzanding leidt tot een verder verlies van geschikte foerageergebieden (slikken) voor tal van steltlopers. Het aantal pleisterende vogels zal afnemen. Het door een actief waterhuishoudkundige beheer in stand gehouden slik M3 zal voor deze soorten het belangrijkste foerageergebied worden.

### **Landschappelijke effecten**

Ondanks het handhaven van een zandvang verdroogt het gebied. Evenals bij spontane ontwikkeling zal de oppervlakte die begroeit toenemen en neemt de openheid van het landschap af. Ook bij dit scenario verdwijnen de landschappelijke kenmerken van een zout intergetijdegebied.

### **Natuurrecreatieve en natuureducatieve effecten**

Evenals bij een spontane ontwikkeling verdwijnen in dit scenario die kenmerken waardoor het gebied momenteel voor de recreatie interessant is. Op termijn neemt de recreatieve waarde van het gebied bij dit scenario af.

### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

De zandvang moet eenmaal per anderhalf jaar worden geleegd. Gelijktijdig wordt de monding verlegd en wordt de hoofdgeul uitgediept. De omvang van het af te voeren materiaal bedraagt voor de zandvang circa 90.000 m<sup>3</sup> zand, voor het verleggen van de monding en het uitdiepen van de hoofdgeul circa 70.000 m<sup>3</sup>.

### **Financiën**

De kosten van bovengenoemde onderhoudsmaatregelen bedragen tweejaarlijks ongeveer Mfl. 0,7 / 14 MBfr.

### **Variant HAZ-nwl: handhaving van de zandvang en natuurontwikkeling in de Willem Leopoldpolder bij uitblijvende ontpoldering**

Het geheel of gedeeltelijk uit landbouwproductie nemen van de Willem Leopoldpolder en het gebied ontwikkelen als natuurgebied zal een versterking van de natuurwaarden in het gehele Zwingebied uitmaken. Afhankelijk van de oppervlakte die uit productie wordt genomen, kan een grensoverschrijdend natuurreserveaat ontstaan van 250 tot 550 ha. Uniek hierbij is dat de volledige gradiënt strand-duin-slik-schor-polder in dit gebied aanwezig is. De vloeiende overgang wordt onderbroken door de Internationale dijk. Een dergelijke uitgangspositie vinden we langs de Belgische kust verder alleen in de IJzermonding te Nieuwpoort, zij het op veel beperkter schaal. Daar het overgrote deel van de polder akkerland is, is de ontwikkeling van de natuurwaarden afhankelijk van de gekozen beheersmethoden, al dan niet voorafgegaan door eenmalige inrichtingswerken.

Bij een omschakeling van akkerland naar grasland zonder voorafgaande inrichtingswerken ontwikkelt zich een ruigte, waarin soorten als Akkerdistel (*Cirsium arvense*), Akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*) en Ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) de eerste tien jaren het vegetatiebeeld bepalen. Zowel vanuit de sector landbouw als de sector recreatie is deze ontwikkeling ongewenst. Door extensieve begrazing kan deze ruigte zich geleidelijk over een periode van twintig à dertig jaar ontwikkelen naar een structuurrijk ruigte-grasland met verspreide opslag van meidoorn (*Crataegus monogyna*). Centraal in het gebied bevindt zich bij dit beheer de Dievegatkreek, omzoomd met matig zilte graslanden die omwille van hun oorspronkelijk graslandkarakter intensiever worden begraasd. In de pioniersfase van het beheer hebben de ruigten een grote aantrekkingskracht op tal van zangvogels die foerageren op de zaden van distels en zuring. Eveneens vormen de ruigten een uitgelezen foerageergebied voor roofvogels (waaronder kiekendieven) en uilen. Velduil (*Asio flammeus*) en mogelijk ook Grauwe kiekendief (*Circus pygargus*) kunnen zich hier als broedvogel vestigen. De begraasde ruigten zijn ook ideale schuilplaatsen voor ganzen en eenden, zowel als broedgebied (Wilde eend), als overwinteringsgebied (Smient, Rietgans, Kleine rietgans, Brandgans).



Bij verdere ontwikkeling van struikopslag neemt het belang van dit gebied voor eenden en ganzen af, maar neemt het belang toe voor soorten gebonden aan struweel zoals Nachtegaal (*Luscinia megarhynchos*), Grauwe klauwier (*Lanius collurio*), Braamsluiper (*Sylvia curruca*), Grasmus (*Sylvia communis*), Fitis (*Phylloscopus trochilus*), Roodborsttapuit (*Saxicola torquata*) en Geelgors (*Emberiza citrinella*).

Bij een gericht maaibeheer kan zich lokaal een orchideeënrijk grasland ontwikkelen. Vooral de lager gelegen gronden in de voormalige bedding van de Zwinggeul zijn door het uittreden van kalkrijke kwel hiervoor kansrijk. Dergelijke soortenrijke graslanden ontstaan ook bij een begrazingsbeheer, maar de soortensamenstelling zal verschillend zijn waarbij bijvoorbeeld orchideeën niet zo massaal zullen optreden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de realisatie van habitats met kalkminnende vegetaties met minder inrichtingsmaatregelen en minder weerstand vanuit de sector landbouw kunnen worden gerealiseerd langs de binnenduinrand van de ten westen van het Zwin gelegen Zwinbosjes (weidecomplex 'De Kleyne Vlakte'). Op het gewestplan Brugge-Oostkust is dit laatste gebied bovendien aangeduid als natuurgebied. De Willem Leopoldpolder heeft, met uitzondering van een strook rondom de Dievegatkreek, in dit gewestplan een agrarische bestemming.

Indien de inrichting van het reservaat gepaard gaat met het uitvoeren van eenmalige inrichtingswerkzaamheden, kunnen sneller de beoogde resultaten worden bereikt. Hierbij kan ondermeer gedacht worden aan het afgraven van de teelaarde tot op een zandige bodemlaag waarbij zoveel mogelijk de bodemlagen worden gevolgd zodat reliëfrijke situaties ontstaan; ruimen van slib in de Dievegatkreek en het omleiden van grachten die voedselrijk water aanvoeren.

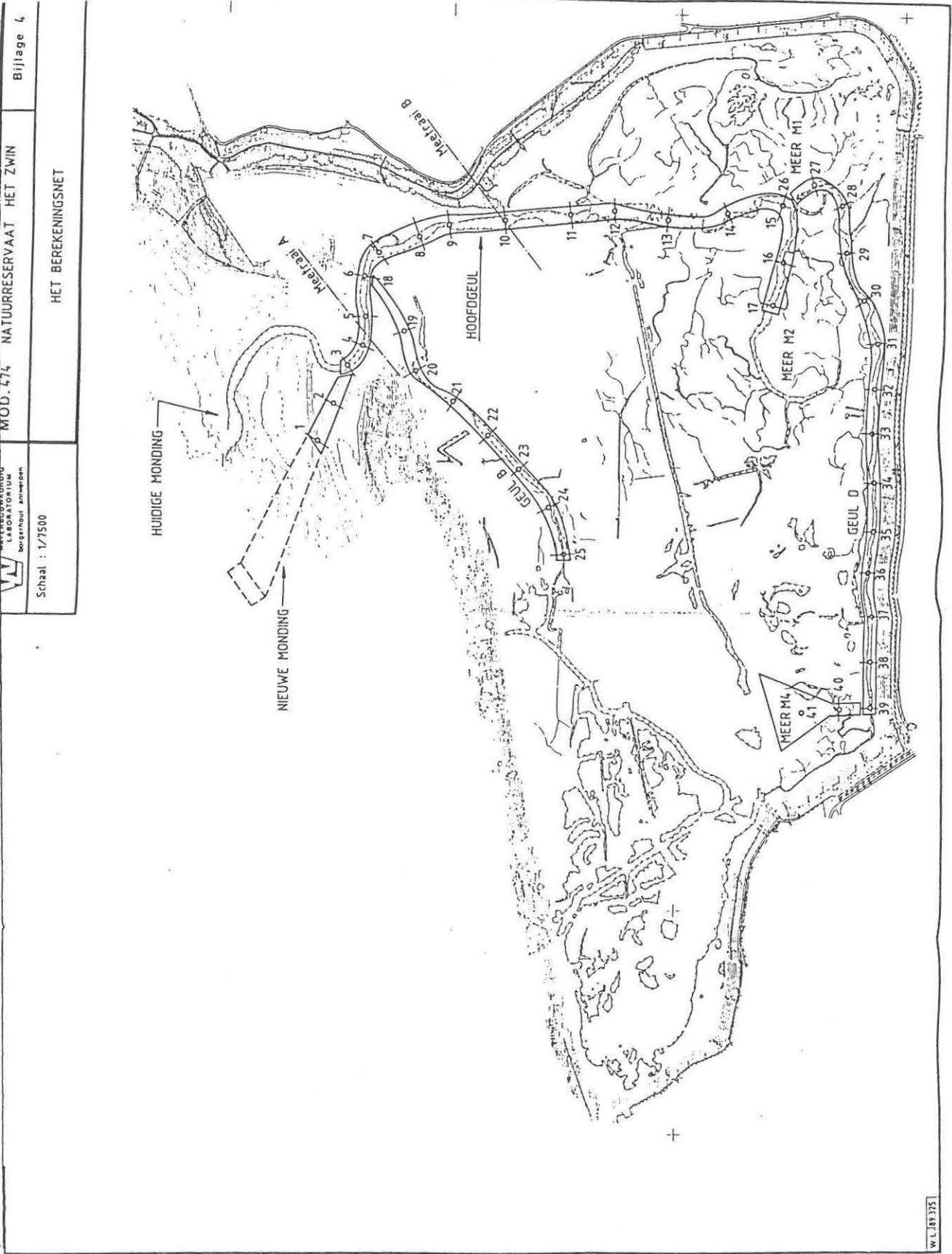
#### **5.4 Scenario KBI: Verhogen komberging binnen het huidige Zwin-gebied**

##### **Nadere omschrijving scenario KBI**

Het vergroten van de komberging binnen het huidige reservaat kan alleen worden gerealiseerd door afgraven en/of uitgraven van delen van de slikken en schorren. In het verleden is deze methode, zij het niet direct als doelstelling om de verzanding te stoppen, toegepast. Hierdoor ontstonden de meertjes M1, M2 en M4. Thans zijn deze meertjes vrijwel volledig opgevuld en hebben ze zich ontwikkeld tot slik. Voorafgaande aan dit project zijn door het WL Borgerhout meerdere toestanden modelmatig doorgerekend, waarin ingrepen zijn gesimuleerd die uitgaan van het afgraven van delen van het huidige Zwin-gebied. Om de effecten van deze maatregelen te beschrijven zijn de resultaten van de volgende twee varianten als uitgangspunt genomen:

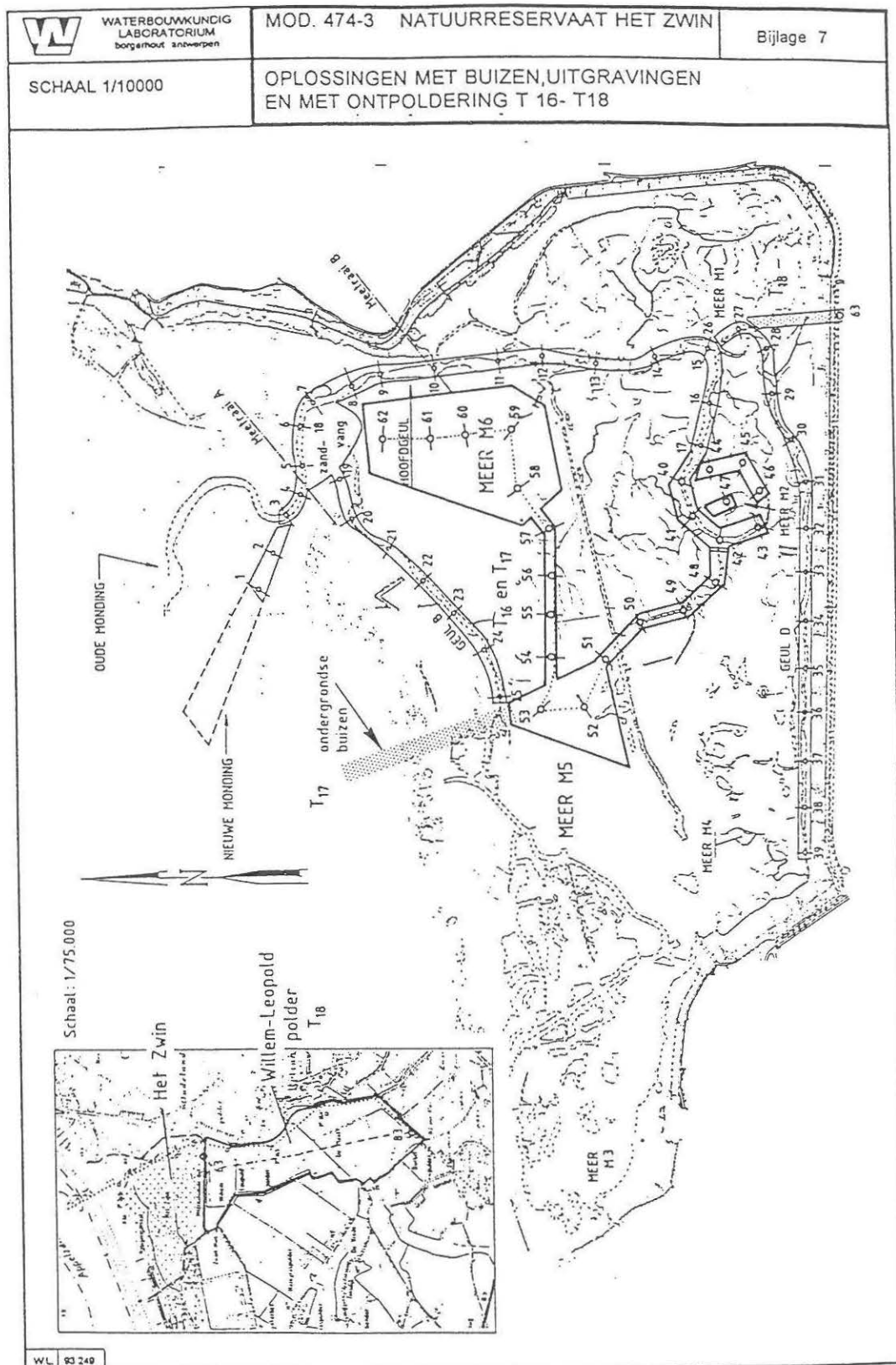
- variant KBI-M1M2: door het uitgraven van de meertjes M1 (4 ha), M2 (3 ha) en M4 (1 ha) wordt op deze plaats de ontwikkeling dertig jaar teruggezet (kaart 5.2);
- variant KBI-M5M6: in deze variant is uitgegaan van een uitdieping van het gebied ten zuidwesten van de hoofdgeul (meertjes M5 en M6). Aangenomen is dat er geen kortsluiting ontstaat tussen de hoofdgeul en meertjes M5 en M6 (kaart 5.3).

Kaart 5.2    Situatieschets scenario KBI: vergroten komberging binnen het huidige natuurgebied door afgraven van M1 en M2





Kaart 5.3 Situatieschets scenario KBI: vergroten komberging binnen het huidige natuurgebied door afgraven van M5 en M6



### **Abiotische effecten**

De resultaten van de modelberekeningen voor dit scenario zijn weergegeven in tabel 5.3 en bijlage 5 (tabel B 5.1). Door het lokaal aanleggen van meertjes in het huidige Zwingebied neemt de komberging toe. Voor variant KBI-M1M2 neemt de effectieve komberging toe met ruim 100.000 m<sup>3</sup>, voor variant KBI-M5M6 met ongeveer 56.000 m<sup>3</sup>.

Uit de resultaten van de modelberekeningen voor beide varianten blijkt dat beide ingrepen leiden tot slechts geringe verschillen in de stromingskarakteristieken. De resultaten van het te verwachten netto zandtransport (bijlage 5, tabel B 5.1) geven aan dat het verhogen van de interne komberging wel een positief effect heeft op het netto zeewaarts zandtransport. Zolang de meertjes voldoende diep blijven vindt er in de hoofdgeul een netto zeewaarts zandtransport plaats. Hierdoor wordt de hoofdgeul verdiept en vertraagt de verdere verandering van de schorren. Uit de modelberekeningen blijkt eveneens dat mogelijk ook een netto zeewaarts zandtransport plaatsvindt aan de uiteinden van de geulen B en D.

Op basis van luchtfoto's (periode 1958-1978) is de ontwikkeling van het geulenstelsel te herleiden die na het eerder uitgraven van de meertjes M1 en M2 heeft plaatsgevonden. Hieruit blijkt dat de verhoogde interne komberging een verbreding van de hoofdgeul en de uiteinden van de zijgeulen tot gevolg heeft. Deze schuren uit tot een nieuwe evenwichtssituatie optreedt.

De uitgegraven oppervlaktes worden langzaam met zand gevuld en moeten periodiek worden geleeagd, zij het met een lagere frequentie dan de zandvang in scenario HAZ. De directe omgeving van meertjes neemt in hoogte af, totdat de meertjes zijn gevolgen (zie verder bij civieltechnisch onderhoud).

Op basis van de modelresultaten lijkt het netto-zandtransport in en rond de hoofdgeul voornamelijk zeewaarts gericht. In het oostelijk deel van het Zwin is de verzanding waarschijnlijk beperkt. Sedimentatie van zand vindt voornamelijk plaats in de verschillende meertjes en de verbindingseulen daartussen. Daarnaast blijft verzanding van het hoger gelegen gebied mogelijk tijdens extreme situaties.

De invloed van het zeewater blijft met name in het oostelijk deel van het Zwin intact. Hier treden relatief frequente overspoelingen met zeewater op. In het westelijk deel neemt de inundatiefrequentie geleidelijk af. Door periodieke uitgraving van de meertjes kan de zee-inval hersteld worden.

### **Ecologische aspecten**

#### **Effecten op de vegetatie**

Het vergroten van de komberging binnen het huidige reservaat is alleen te realiseren door afgraven van delen van de slikken en schorren. Het uit- of afgraven van slikken en schorren gaat altijd ten koste van thans aanwezige vegetaties. Schorvegetaties zijn op zich kwetsbare vegetaties, maar hebben ook het voordeel dat ze zich door de enorme dynamiek van het getijdesysteem op relatief korte termijn ontwikkelen. Bovendien geldt dat de vegetaties van de slikken en laagste schorren bij verdere verzanding ook verdwijnen en teruggedrongen worden tot smalle stroken langs de geulen en greppels. Zowel het verlies aan geschikt areaal als groeiplaatsen voor Zeekraal-Schorrekruid-vegetaties als aan foerageermogelijkheden voor steltlopers, kan bij uitgraving van de meertjes tegelijkertijd deels gecompenseerd worden door afgraving tot net onder het niveau van gemiddeld hoogwater (4.00 m - 4.20 m) van de hoog opgeslibde gronden.



### **Effecten op de avifauna**

Ontgraven van de lagere delen betekent op korte termijn het verlies van foeraargebied voor steltlopers en eenden op het hier thans aanwezige slik. Negatief is de verstoring die geruime tijd optreedt bij het uitvoeren van de werken. Gezien de frequentie (eenmaal per 10 jaar) waarop dergelijke grootschalige werken moeten plaatsvinden, zullen ze in principe minder verstoring teweegbrengen dan de jaarlijks of tweejaarlijks uit te voeren onderhoudswerken aan de zandvang. Daarnaast moeten milieuvriendelijke lokaties worden gevonden voor de berging van de uitgegraven specie. Ingeval van ontpoldering kan deze specie worden gebruikt in de op te werpen dijken.

### **Landschappelijke effecten**

Daar de verandering voornamelijk plaatsvindt in de meertjes en de tussenliggende geulen wordt de hoogteligging van het Zwin op grote delen gehandhaafd. De verwachting is dat landschappelijke kenmerken niet of nauwelijks veranderen bij dit scenario.

### **Natuurrecreatieve en natuureducatieve effecten**

Daar dit scenario leidt tot handhaving van de huidige toestand, behoudt het gebied haar recreatieve waarde.

### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

Door een interpretatie van de ontwikkeling van het in 1958 gegraven meertje M1 is getracht inzicht te krijgen in de tijd waarin een meertje volloopt. Uit luchtfoto's blijkt dat meertje M1, met een inhoud van 150.000 m<sup>3</sup>, in ongeveer 20 jaar verlandde. Dit betekent een jaarlijkse aanzanding met 7.500 m<sup>3</sup>, per getijde circa 10 m<sup>3</sup>. Uit de luchtfoto's bleek tevens dat tijdens dit verlandingsproces de geulen in de directe omgeving van het meertje verruimden (van 30 naar 60 meter breedte). Dit betekent dat het verlandingsmateriaal ook gedeeltelijk uit het gebied zelf afkomstig was. Bij de aanname dat circa 50% van het verlandingsmateriaal afkomstig is uit het gebied zelf, past de aanzanding van 5 m<sup>3</sup> per getijde binnen de uitkomsten van de modelberekeningen.

In de huidige situatie treedt de sterkste verlanding juist op in de omgeving van de meertjes M1 en M2. Hier lijkt sprake van een ontwikkeling van de omgeving van deze meertjes naar de van oudsher aanwezige situatie met smallere geulen. Uitgaande van een inhoud van 100.000 m<sup>3</sup> en een jaarlijkse aanvoer (van binnen en buiten het gebied) van 7.500 m<sup>3</sup> lopen de meertjes vol in een periode van ongeveer 10 jaar.

### **Financiën**

De kostprijs voor het afplaggen van de zandplaat M5 en het schor M6 is geraamd op Mfl 2,5 / Mfl 50. Deze kosten komen periodiek terug, met een frequentie van eenmaal per 13 tot 20 jaar.

Tabel 5.3 Resultaten van de modelberekeningen (toestand 3 en toestand 16) van WL Borgerhout voor het scenario KBI: Vergroten van de komberging door het af- en uitgraven van hogere delen binnen het huidige natuurgebied (resultaten van berekeningen bij gemiddeld springtij)

Aspect	Scenario (toestand)		Scenario (toestand)	
	Uitgangssituatie (T1986)	Variant-M1- M2 (T3)	Uitgangssituatie (T1990)	Variant M5-M6 (T16)
Hoofdgeul				
v max monding vloed m/s	0,93	1,12	0,91	0,87
v max monding eb m/s	0,76	0,89	0,85	0,88
komberging Zwin x 1000 m <sup>3</sup>	229	335	279	335
Geul B				
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,31	0,49	0,40	0,41
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,12	0,19	0,29	0,30
waterpeil max. m TAW (1)	4,54	4,49	4,55	
waterpeil min. m TAW	4,04	3,87	3,82	
tijverschil	0,50	0,62	0,73	
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	-	-	5	5
Geul D				
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,53	0,56	0,55	0,56
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,15	0,19	0,26	0,29
waterpeil max. m TAW	4,61	4,57	4,55	
waterpeil min. m TAW	3,42	3,43	3,32	
tijverschil	1,19	1,14	1,23	
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	-	-	10	10
Meer M1				
waterpeil max. m TAW	4,55	4,51		
waterpeil min. m TAW	3,39	2,36		
Meer M2				
waterpeil max. m TAW	4,56	4,51		
waterpeil min. m TAW	3,39	2,35		
Meer M1 + M2				
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	63	152		
Geul M2-M5				
v max M2 vloed m/s				0,946
v max min eb m/s				0,436
komberging x 1000 m <sup>3</sup>				58
Meer M5				
waterpeil max. m TAW				4,21
waterpeil min. m TAW				3,47
komberging meer x 1000 m <sup>3</sup>				20
Geul M5-M6				
v max aan M5 vloed m/s				0,749
v max aan M5 eb m/s				0,264
v max. aan M6 vloed m/s				1,043
v max. aan M6 eb m/s				0,250
Meer M6				
waterpeil max. m TAW				3,96
waterpeil min. m TAW				3,50
komberging meer x 1000 m <sup>3</sup>				34

(1): TAW = NAP + 2,4 m



## 5.5 Scenario KBE: Verhogen komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder

### Nadere omschrijving scenario KBE

In scenario KBE zijn varianten onderzocht waarbij de Willem Leopoldpolder geheel of gedeeltelijk aan het intergetijdegebied van het Zwin wordt toegevoegd. De Willem Leopoldpolder strekt zich uit ten zuiden van het Zwin en is pas in 1873 ingepolderd. Hierdoor ligt hij hoog opgeslibd en is het hoogteverschil ten opzichte van het Zwin beperkt, namelijk ongeveer 1 m. De gemiddelde hoogte bedraagt ongeveer 3,78 m TAW (1,38 m NAP). Van noord naar zuid loopt de oude Zwingel, thans Dievegat of Nieuwe Watergang genoemd. Deze oude Zwingel is vooral in het noordelijk gedeelte van de polder (ten noorden van de weg Oud Fort Isabella - Retranchement) nog goed waarneembaar. Voor de aansluitingsopening is uitgegaan van een opening met een breedte van 60 meter.

De volgende varianten zijn hier nader op hun effectiviteit beoordeeld (kaart 5.4):

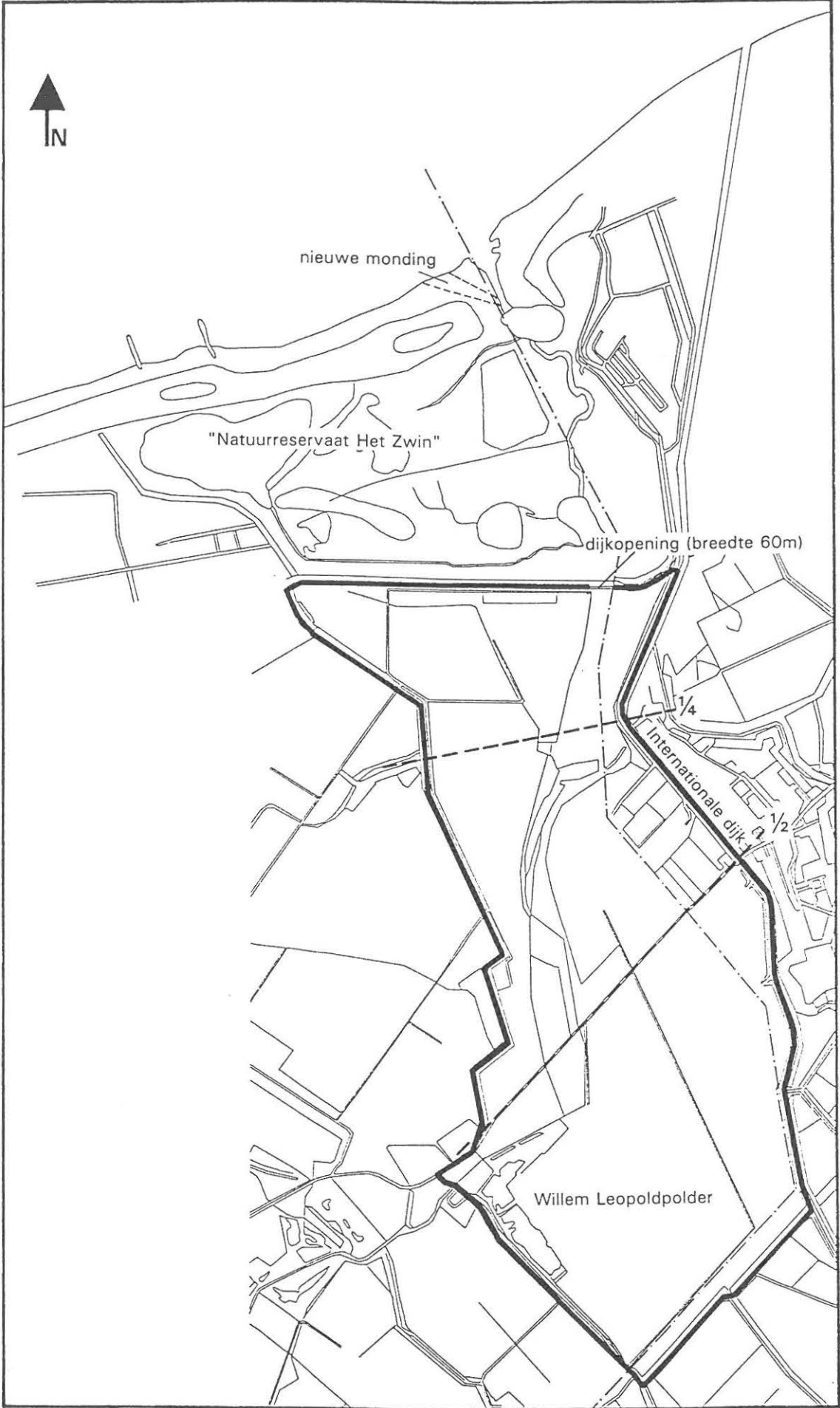
- variant KBE-100 is de situatie waarbij de gehele Willem Leopoldpolder (door het WL Borgerhout gehanteerde oppervlakte 425 hectare) wordt ontpolderd;
- variant KBE-50 is de situatie waarbij ongeveer de helft van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder (door WL Borgerhout gehanteerde oppervlakte 200 hectare) wordt ontpolderd;
- variant KBE-25 is de situatie waarbij ongeveer een kwart van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder (door WL Borgerhout gehanteerde oppervlakte 90 hectare) wordt ontpolderd.

### Abiotische effecten

De resultaten van de modelberekeningen voor de drie varianten op dit scenario zijn weergegeven in tabel 5.4 en in bijlage 5 (tabel B 5.2).

Zoals de modelberekeningen aangeven is, door de hoge ligging van de polder, het positief effect om de verzanding van het Zwin tegen te gaan, vrijwel te verwaarlozen. Door de beperkte toename van de komberging veranderen de stroomsnelheden van de ebstream niet zodanig dat hierdoor relatief meer aangevoerd zand terug naar zee wordt verplaatst. Ten opzichte van de uitgangssituatie veranderen de stroomsnelheden in de hoofdgeul niet of nauwelijks. Het netto zandtransport in de hoofdgeul lijkt enigszins meer zeewaarts gericht. De geringe verschillen in de getallen vallen waarschijnlijk binnen de foutenmarge, de omvang van het transport is gering. Positief is dat de verzanding nu over een grotere oppervlakte plaatsvindt van ongeveer 170 ha Zwin naar respectievelijk 570, 370 en 270 ha. Dit resulteert in een vertraging van de verticale aanzandingssnelheid.

Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een dijkopening van 60 m, het waterpeil in de polder bij vloed stijgt tot ongeveer 4 m TAW (1,6 m NAP). Dit is lager dan het gemiddeld hoogwaterpeil in zee daar in de beperkte tijdsduur van hoogwater de polder niet volledig kan volstromen. Na ontpoldering verandert de polder gedeeltelijk in een zoutwatermeer dat enkel op watervogels een grote aantrekkingskracht uitoefent. Het waterpeil daalt bij eb slechts een tiental centimeters door de beperkte dijkopening. Uit de modelberekeningen blijkt dat het tijverskil in de Willem Leopoldpolder van 0,10 m (bij 100%) tot 0,28 m (bij ontpoldering van een kwart van de oppervlakte).



Tabel 5.4 Resultaten van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van het scenario KBE: Vergroten van de komberging door het ontpolderen van de Willem Leopold Polder (resultaten van berekeningen bij gemiddeld springtij)

Aspect	Uitgangssituatie Variant (toestand) (toestand)			
	1991 (T1991)	KBE-100 (T19)	KBE-50 (T20)	KBE-25 (T21)
<b>Hoofdgeul</b>				
v max monding vloed m/s	0,783	0,656	0,666	0,687
v max monding eb m/s	1,114	1,124	1,132	1,130
komberging totaal x 1000 m <sup>3</sup> vl	199	215	221	225
<b>Geul B</b>				
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,380	0,370	0,371	0,375
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,293	0,293	0,292	0,292
waterpeil max. m TAW (1)	4,52	4,51	4,51	4,51
waterpeil min. m TAW	3,82	3,82	3,82	3,82
tijverschil	0,70	0,69	0,69	0,69
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	4,7	4,7	4,7	4,7
<b>Geul D</b>				
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,725	0,068	0,084	0,106
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,191	0,028	0,044	0,038
waterpeil max. m TAW	4,52	4,00	4,03	4,07
waterpeil min. m TAW	3,37	3,89	3,86	3,79
tijverschil	1,15	0,11	0,17	0,28
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	9,5	1	1,4	1,9
<b>Polder</b>				
oppervlak x 1000 m <sup>2</sup>		4.254	2.001	897
v max in dijkopening vloed m/s		0,334	0,332	0,337
v max in dijkopening eb m/s		0,093	0,106	0,113
waterpeil max. m TAW		4,00	4,04	4,07
waterpeil min. m TAW		3,90-3,96	3,86-3,95	3,79-3,93
tijverschil m		0,10-0,04	0,18-0,09	0,28-0,14
komberging polder x 1.000 m <sup>3</sup>		158	156	147

(1): TAW = NAP + 2,4 m

Bij de maximale en minimale waterpeilen staan dus grote delen van de Willem Leopoldpolder onder water. In tabel 6.1 is voor de verschillende varianten een indicatieve oppervlakte aangegeven van het gebied dat permanent onder water staat. Een klein deel van de polder komt onder invloed te staan van een getijwerking met een tijverschil van 10 tot maximum 30 cm. De laagst gelegen delen, namelijk de oude Zwinggeul komen permanent blank te staan, de hogere delen overstromen af en toe. Ongeveer 165 ha (45%) tenslotte van de polder wordt tot permanent, ondiep zoutwatermeer omgevormd. De diepte van dit zoutwatermeer varieert van 5 tot 190 cm.

Bij een ontpoldering van een kwart van het gebied is het tijverschil en het maximale waterpeil het grootst.

In geul D, de dicht tegen de polder aangelegen Zwinggeul, neemt het tijverschil af. De oorzaak hiervan is de sterke verlaging van het hoogwaterpeil aan het uiteinde van de hoofdgeul en de verhoging van het laagwaterpeil door de aanhoudende uitstroming uit de polder. Hierbij is sprake van een positieve correlatie tussen de ontpolderde oppervlakte en de afname van het tijverschil.



## **Ecologische aspecten**

### **Effecten op de vegetatie**

De Willem Leopoldpolder is momenteel voor ruim 80 % in gebruik als akkerland. Langs het Dievegat en in de oude geulbedding komen nog weilanden voor met restanten van zilte vegetaties. Een overzicht van de huidige natuurwaarden van de Willem Leopoldpolder is uitgewerkt in bijlage 6.

De hoge ligging van de Willem Leopoldpolder biedt een goede uitgangssituatie voor een snelle ontwikkeling in de polder van hoge natuurwaarden gebonden aan zoute milieus.

Bij een volledige ontpoldering is deze tijamplitude minimaal en het maximum waterpeil het laagst terwijl bij 25 % ontpoldering de getijde-amplitude het grootst en het maximum waterpeil het hoogst is. Volledige ontpoldering zal dan ook het minste biotoopvariatie opleveren daar grote delen van de polder, ongeveer 180 ha, nooit of zelden onder invloed van de getijdewerking zullen staan en zich hier een ruigtevegetatie ontwikkelt. Ongeveer 40 ha (10%) zal vrijwel dagelijks onderhevig zijn aan getijdewerking en zal zich op vrij korte termijn ontwikkelen tot een zoutwaterschor met een vegetatiezonering afhankelijk van de hoogteligging, de overspoelingsfrequentie en de overspoelingsduur.

Kenmerkende ecotopen voor een zout intergetijdegebied kunnen hier worden ontwikkeld. De te verwachten oppervlakteverhoudingen tussen ruigte, schor, slik, geul en open water zijn gegeven in tabel 6.1.

De aanwezige brakke grasland- en moerasvegetaties zullen, evenals de soortenrijke aan zoete kwel gebonden vegetaties, grotendeels plaats maken voor ruigtevegetaties en schorrenvegetaties. Bij een gedeeltelijke ontpoldering blijft van genoemde vegetaties een grotere oppervlakte gehandhaafd.

Wanneer bij de bouw van de noodzakelijke ringdijken tot op Delta-hoogte grond uit de polder zelf wordt gebruikt, kan het ontgrondingsplan worden gericht op het verhogen van de natuurwaarden in de polder.

Voor delen van het Zwin leidt ontpoldering tot verdroging. Het waterpeil in geul D daalt met ongeveer 50 cm. In de zone langs geul D, die dan minder frequent overstroomt, treedt een versnelde successie op van de huidige Zeekraal-Schor-rekruidvegetaties naar zoutmeldevegetaties.

### **Effecten op de fauna**

In het Zwin zelf zijn de effecten op de avifauna beperkt. Mogelijk dat de verdroging lokaal leidt tot enig biotoopverlies. Effecten op de avifauna zijn met name in de ontpolderde Willem Leopoldpolder te verwachten. De diepte van de permanente waterpartijen (totale oppervlakte 165 ha) zal variëren van 5 tot 190 cm, waarvan 65 ha een maximum diepte heeft van 50 cm. Hierdoor ontstaan interessante waadzones voor steltlopers en eenden. De polder ontwikkelt zich tot een gebied met een grote verscheidenheid aan ecotopen en met een grote aantrekkingskracht voor zowel water-, wad- als landvogels.

In het Dievegat komt een nematode voor, *Diplolamelle dievengatensis*, die alleen op deze plaats in België is waargenomen. In Nederland is deze soort van meerdere lokaties als typische brakwater-soort bekend.

### **Landschappelijke effecten**

De ontpoldering van de gehele Willem Leopoldpolder of gedeeltes ervan heeft een positief effect op de landschappelijke kenmerken. Naast de absolute toename in oppervlakte leiden de varianten van dit scenario tot een toename van de grootschaligheid, een versterking van het natte karakter oppervlakte zout inter-

getijdegebied. Daarnaast ontstaat een landschappelijk hoog gewaardeerd beeld in de vorm van een voormalige zeearm die diep in het land insnijdt.

#### **Natuurrecreatieve en natuureducatieve aspecten**

Er ontstaat een met name voor België unieke situatie waarbij een herstel plaatsvindt van een overgangszone van zee naar polder met alle gradiënten die hierbij aanwezig kunnen zijn. Natuureducatief-recreatief is dit scenario van grote waarde en oefent zij een grote aantrekkingskracht uit.

#### **Effecten op civieltechnisch onderhoud**

Op basis van de beschikbare gegevens is vrijwel geen indicatie te geven van de verlandingsnelheid van de Willem Leopoldpolder en dus van de frequentie van civieltechnisch onderhoud. Aangenomen is dat onderhoud met slechts een zeer lage frequentie noodzakelijk is.

#### **Financiën**

Voor de variant KBE-100 is uitgegaan van de volgende kosten:

- voor grondverwerving is uitgegaan van een prijs van f 60.000,- per ha. Deze prijs is gebaseerd op de onteigeningswaarde. In dit scenario bedraagt de verwerving ongeveer 400 ha, Mfl 24 / MBfr 480;
- aanleg van 9 km nieuwe waterkering, Mfl 45 / MBfr 900;
- overige inrichting en afwerking van het gebied, Mfl 4 / MBfr 80;
- voor het civieltechnisch onderhoud is uitgegaan van een zeer lage frequentie. Aangenomen is dat de jaarlijkse kosten minder dan Mfl 0,1 / MBfr 2 bedragen;
- uitplaatsen van de camping, kosten geraamd op Mfl 2 / MBfr 40.

Voor variant KBE-50 is uitgegaan van dezelfde uitgangspunten, maar is rekening gehouden met de kleiner oppervlakte en dijk lengte;

- grondverwerving van ongeveer 200 ha à f 60.000,-/ha/Bfr 1.200.000/ha, Mfl 12 / MBfr 240.
- aanleg van nieuwe waterkering (5 km), Mfl 25 / MBfr 500;
- overige inrichting en afwerking, Mfl 2 / MBfr 40;
- jaarlijkse kosten civieltechnisch onderhoud minder dan Mfl 0,1 / MBfr 2;
- uitplaatsen van de camping, kosten geraamd op Mfl 2 / MBfr 40.

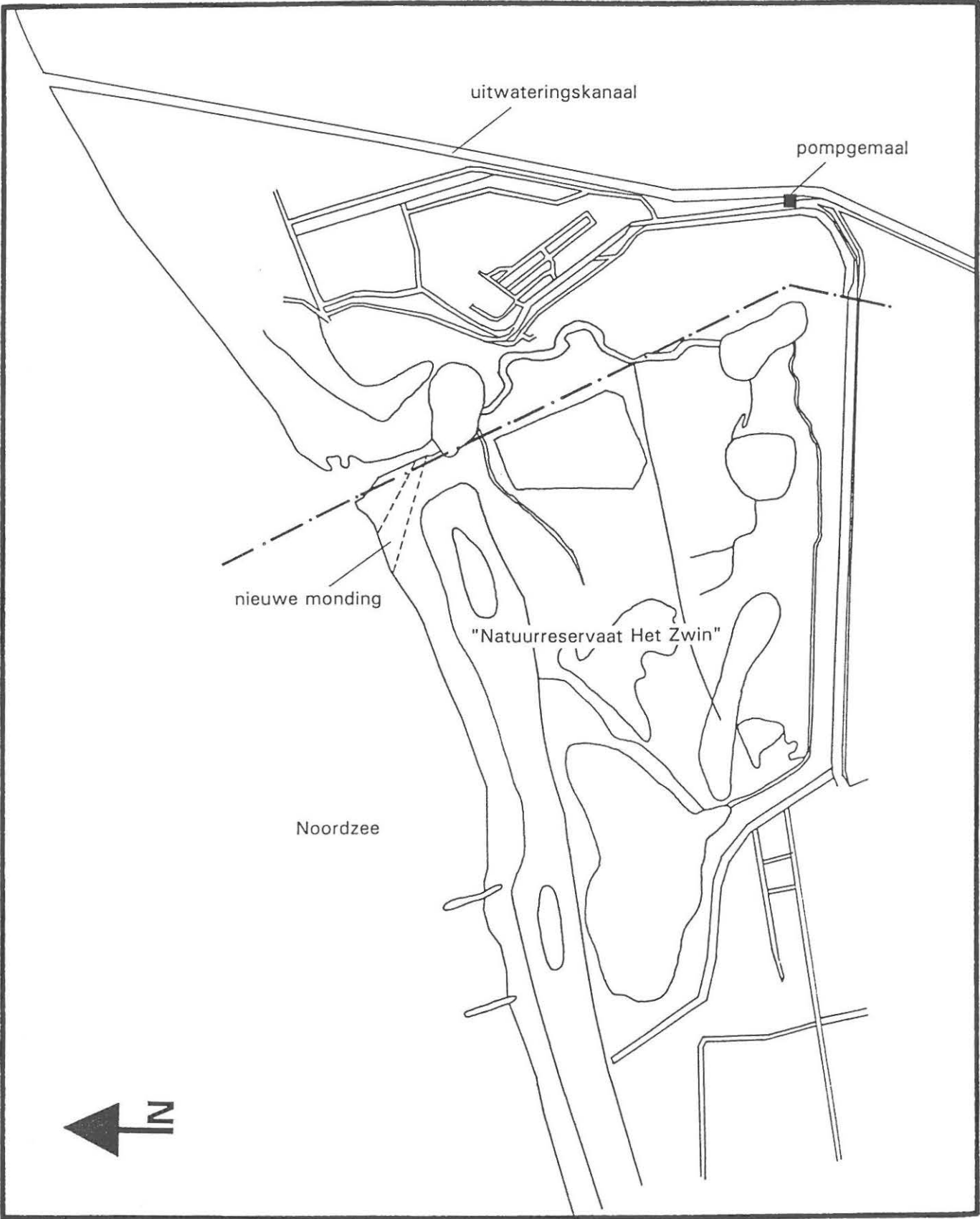
Voor variant KBE-25 is uitgegaan van dezelfde uitgangspunten, maar is rekening gehouden met de kleiner oppervlakte en dijk lengte;

- grondverwerving van ongeveer 100 ha à f 60.000,-/ha / Bfr 1.200.000/ha, Mfl 6 / MBfr 120.
- aanleg van nieuwe waterkering (3 km), Mfl 15 / MBfr 300;
- overige inrichting en afwerking, Mfl 1 / MBfr 20;
- jaarlijkse kosten civieltechnisch onderhoud minder dan Mfl 0,1 / MBfr 2.

## **5.6 Scenario ESP: Extra Spuiwerking**

#### **Nadere omschrijving scenario ESP**

In dit scenario wordt in het Zwin-gebied een extra spuiwerking gerealiseerd (kaart 5.5). Vanuit het Uitwateringskanaal wordt hiertoe water met behulp van een pompemaal in het Zwin gebracht. Het debiet van dit kanaal is variabel en direct gerelateerd aan de neerslag. In de zomerperiode is dit debiet zeer gering. Buffervoorzieningen zijn in de praktijk haalbaar door de aanleg van een waterbekken. Bij aanwezigheid van een waterbekken kan een omvangrijk extra volume water ten gunste van het zeewaartse zandtransport regelmatig worden aangewend. De modelberekening voor de extra spuiwerking (zie scenario ESP) is uitgevoerd met een uitgangssituatie en een verdere ontwikkeling die





overeenkomt met de spontane ontwikkeling. Het scenario ESP kan derhalve als variant van het scenario SPO worden beschouwd, maar is in dit rapport als zelfstandig scenario gehandhaafd.

Voor dit scenario zijn twee varianten op effectiviteit doorgerekend. Dit betreft de volgende varianten:

- variant ESP-con, waarbij vanuit het afvoerkanaal continu een debiet van  $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  in het natuurgebied wordt gepompt. Dit debiet is gebaseerd op een door de Technische werkgroep aangegeven debiet dat, in relatie tot de beschikbare hoeveelheid water, in de huidige situatie daadwerkelijk vrijwel het gehele jaar door constant kan worden gerealiseerd;
- variant ESP-inc, waarbij vanuit het afvoerkanaal vanaf 1 uur na hoogwater gedurende 6 uren een debiet van  $Q = 34,72 \text{ m}^3/\text{s}$  in het natuurgebied wordt gepompt. De omvang van dit debiet is gebaseerd op een piekafvoer en kan in de huidige situatie incidenteel worden gerealiseerd. Indien een waterbekken wordt aangelegd is dit volume vaker realiseerbaar.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd. Bij een piek in de neerslag van 40 mm in 4 dagen is het neerslagvolume van het gehele afwateringsgebied van het Uitwateringskanaal 6 miljoen  $\text{m}^3$ . Uitgaande van een verzadigde bodem en het niet optreden van verdamping is eerder genoemd volume beschikbaar om voor extra spuiwerking in het natuurgebied te gebruiken.

In de effectbeoordeling in tabel 6.1 is alleen de variant ESP-opt opgenomen, een geoptimaliseerde vorm van de variant ESP-inc, doordat is aangenomen dat een waterbekken is aangelegd en het omvangrijke spuivolume frequent kan worden gerealiseerd.

Tabel 5.5 Resultaten van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van het scenario ESP: Extra spuiwerking (resultaten van berekeningen bij gemiddeld springtij)

Aspect	Uitgangssituatie Variant		
	(Toestand)	(Toestand)	
	1991 (T1991)	ESP-con (T1,00)	ESP-inc (T34,72) ESP-opt
<b>Hoofdgeul</b>			
v max monding vloed m/s	0,783	0,734	1,439
v max monding eb m/s	1,114	1,091	1,279
komberging Zwin x 1000 $\text{m}^3$ vl	199	185	187
komberging Zwin x 1000 $\text{m}^3$ eb		230	935
verpompt volume x 1000 $\text{m}^3$		45	750
<b>Geul B</b>			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,380	0,378	0,395
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,293	0,292	0,255
waterpeil max. m TAW (1)	4,52	4,53	4,54
waterpeil min. m TAW	3,82	3,82	3,82
tijverschil	0,70	0,71	0,72
komberging x 1000 $\text{m}^3$	4,7	4,9	5,6
<b>Geul D</b>			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,725	0,477	0,718
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,191	0,173	0,407
waterpeil max. m TAW	4,52	4,54	4,56
waterpeil min. m TAW	3,37	3,63	3,49
tijverschil	1,15	0,91	1,07
komberging x 1000 $\text{m}^3$	9,5	8	11,2

(1): TAW = NAP + 2,4 m

### **Abiotische effecten**

De resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in tabel 5.5 en bijlage 5 (tabel B 5.2).

#### **Variant ESP-con**

Het realiseren van een continue extra spuiwerking door de hoofdgeul levert geen wezenlijke bijdrage aan het vertragen van de spontane ontwikkeling van de schorren en de strandvlakte. Het debiet is relatief zo gering dat de stroomsnelheid bij eb niet wordt beïnvloed; de vertraging in ontwikkeling is in de praktijk hoogstens lokaal waarneembaar.

Bij een verdere spontane ontwikkeling heeft de spuiwerking waarschijnlijk wel tot gevolg dat de hoofdgeul gedeeltelijk open blijft. Deze conclusie is gebaseerd op praktijkervaring met soortgelijke situaties (mondelinge mededeling Technische Zwincommissie). De waterinlaat kan beschouwd worden als een zoetwaterbeek, deels te vergelijken met een duinbeekje waardoor een bijzondere situatie wordt gecreëerd.

#### **Variant ESP-inc/ESP-opt**

Het incidenteel spuien met een groot volume leidt tot een verhoging van de snelheid van de ebstroom. De modelberekeningen geven aan dat het netto zeewaarts zandtransport in de hoofdgeul toeneemt. Het in de berekening gebruikte spuivolume is bij de huidige afvoer in het Uitwateringskanaal slechts enkele malen per jaar te realiseren. Een geschikte methode om meerdere malen per jaar een omvangrijk spuivolume te realiseren, is de aanleg van een waterbekken. In een eerder stadium zijn hiervoor ook al ideeën ontwikkeld. Indien geen waterbekken wordt aangelegd vindt waarschijnlijk tijdens de zomerperiodes, wanneer de wateraanvoer vanuit de achterliggende polders gering of zelfs te verwaarlozen is, telkens gehele of vrijwel gehele afsnoering van de Zwinggeul plaats en wordt een tijdelijk zoetwatermeer gevormd.

Bij de hiernavolgende beoordeling van de effecten is voor deze variant uitgegaan van de aanleg van een waterbekken, zodat het spuivolume regelmatig en meerdere malen per jaar kan worden gerealiseerd.

Uit de modelberekeningen blijkt dat er een uitschuring van de hoofdgeul plaatsvindt. Over de omvang van de toename van het netto zeewaarts zandtransport weinig worden gezegd. De verwachting is dat door de extra spuiwerking de hoofdgeul open blijft. Uit de modelberekeningen blijkt eveneens dat zowel in geul B als geul D geen sprake is van verandering van het zandtransport bij gemiddeld springtij. Uit ervaring is bekend dat een belangrijk deel van de verzanding van de Zwinvlakte wordt veroorzaakt door het meegevoerde en afgezette zand bij stormen en springvloed. Doordat de extra spuiwerking de verzanding van de hoofdgeul vertraagt is het te verwachten dat bij stormen en springtij minder zand wordt opgewerveld en meegevoerd. Dit geldt temeer daar het seizoen waarin de belangrijkste stormen optreden in hoofdlijnen overeenkomt met het seizoen waarin veel water uit het achterland wordt aangevoerd, en dus het spuien van grote hoeveelheden water regelmatig tot de mogelijkheden behoort. Hierdoor leidt dit scenario dus tot een vertraging van de verzanding van de Zwinvlakte.

### **Ecologische aspecten**

#### **Vegetatiekundige waarden**

##### **Variant ESP-con**

In de duinmeertjes en op de door de wateraanvoer beïnvloede slikplaten kunnen zich, afhankelijk van de eutrofiëgraad van het aangevoerde water, gevarieerde zoete en zouttolerante pioniervegetaties ontwikkelen met Sierlijk vetmuur (*Sagi-*

*na nodosa*), duizendguldenkruiden en Gesteelde zoutmelde (*Halimione pedunculata*).

Waarschijnlijk ontwikkelen zich geen stabiele vegetaties in de door de extra spuiwerking beïnvloede zone. Vanaf half augustus, de periode met opnieuw hoge zeewaterstanden, zal het dunne afsnoeringsduin verdwijnen en ontstaat opnieuw een brede open verbinding met de zee. De najaars- en voorjaarsstormen houden deze Zwingeuil tot aan de volgende zomerperiode in stand.

Samenvattend geldt voor deze variant dat tegenover het lokaal verdwijnen van de (inter)nationaal zeldzame ecotopen slik en schor een toename staat van het eveneens zeldzame ecotoop 'vochtige duinvallei'.

#### Variant ESP-inc/ESP-opt

Bij een afsnoering van de hoofdgeul zou inundatie met het huidige voedselrijke zoet water grote effecten hebben op de schorvegetaties. De voedselverrijking leidt tot een verhoogde biomassaproductie met verruiging en soortenverarming van de vegetatie tot gevolg. De fosfaat- en stikstofbelasting van het water uit het Uitwateringskanaal neemt op basis van milieumaatregelen uit het generieke beleid in de periode 1996-1998 sterk af. Bij de effectbeoordeling is het daarom beter om alleen uit te gaan van een verminderd zoutgehalte op de regelmatig met water van het Uitwateringskanaal geïnundeerde gebiedsdelen. Een verminderd zoutgehalte in de bodem leidt tot verbrakking en tot een sterke vegetatieverandering.

In de beschrijving van de abiotische aspecten is aangegeven dat bij de effectbeoordeling is uitgegaan van de aanleg van een waterbekken buiten het projectgebied. Indien een waterbekken wordt aangelegd kan een omvangrijk spuivolume meerdere keren per jaar worden gerealiseerd. Verwacht wordt dat in dit geval de Zwingeuil het gehele jaar open blijft en dat het zeewaarts zandtransport in de hoofdgeul toeneemt. Van verbrakking is geen sprake. Ook voor deze variant geldt dat langs de hoofdgeul het areaal schor en slik afneemt, het ecotoop 'vochtige duinvallei' neemt hier toe.

#### Avifaunistische waarden

Voor beide varianten geldt dat vogels de door de extra spuiwerking beïnvloede zone benutten als voedsel- en broedgebied.

#### Landschappelijke aspecten

##### Variant ESP-con

Evenals bij een spontane ontwikkeling zonder extra continue spuiwerking wordt het gebied droger. De oppervlakte die begroeit neemt toe en door struikopslag neemt de openheid af. Het gebied verliest in belangrijke mate de landschappelijke kenmerken van een intergetijdegebied.

##### Variant ESP-inc/ESP-opt

Ook bij deze variant wordt het gebied droger. Mogelijk dat de termijn waarover dit gebeurt enigszins wordt verlengd. De oppervlakte die begroeit neemt toe en door struikopslag neemt de openheid af. Het gebied verliest in belangrijke mate de landschappelijke kenmerken van een intergetijdegebied.

#### Natuurrecreatieve en natuureducatieve aspecten

Evenals bij de spontane ontwikkeling verzandt op termijn het gebied en nemen de huidige waarden af. Mogelijk wordt het verzandingsproces enigszins vertraagd door de extra spuiwerking, zeker indien hiervoor omvangrijke spui volumes kunnen worden gebruikt. Het gebied neemt voor de natuurgerichte recreatie in waarde af.



### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

Buiten het verplaatsen van het pompgemaal en het onderhoud van dit pompgemaal zijn er in dit scenario geen sprake van civieltechnische onderhoudsmaatregelen gericht op het tegengaan van de verzanding van het Zwingebied.

### **Financiën**

In de kostenraming voor dit scenario is uitgegaan van het plaatsen van een nieuw pompgemaal. Hierbij is aangenomen dat de kosten die hieraan zijn verbonden geheel moeten worden betaald uit middelen ter bestrijding van de verzanding van het Zwin-gebied. In 1999 zijn reguliere werkzaamheden gepland voor het huidige pompgemaal. Koppeling van werkzaamheden kan hier leiden tot een aanzienlijke beperking van de kosten die uit middelen ter bestrijding van de verzanding moeten worden betaald.

Voor de variant ESP-opt moet in de kostenraming rekening gehouden met de aanleg van een waterbekken. In dit stadium zijn de kosten van de aanleg van zo'n waterbekken alleen globaal in te schatten. In de kostenraming is uitgegaan van een waterbekken met een volume van  $750 \times 10^3 \text{ m}^3$ , bij een oppervlakte van 25 ha. De verwervingskosten voor 25 ha bedragen globaal Mfl 1,5 / MBfr 30. De kosten voor de aanleg van een dijk (lengte 2 km) inclusief het afgraven van het waterbekken bedragen Mfl 2 / MBfr 40. Aanleg van een waterbekken heeft hier als bijkomend voordeel dat de afvoermogelijkheden van het pompgemaal gunstig kunnen worden beïnvloed door het afvangen van afvoerpieken.

## 6 Vergelijking van de scenario's

### 6.1 Methode

Op basis van de in hoofdstuk 4 besproken criteria zijn de effecten van de scenario's beoordeeld. Dit is als volgt uitgevoerd.

Op grond van de effectbeschrijving in hoofdstuk 5 en met behulp van de relatie tussen vegetatie en waterstanden (hoofdstuk 3, figuur 3.1) is geschat welke oppervlakten de verschillende ecotopen na uitvoering van de maatregelen op lange termijn innemen. Deze schattingen zijn in tabel 6.1 gegeven onder 'Beeld op lange termijn'. De figuren 6.1 t/ 6.6 geven inzicht in de te verwachten verdeling van de ecotopen voor de onderzochte varianten van het scenario KBE. Voor de globale inschatting van de oppervlakte, waar met name de ordegrootte voor de uiteindelijke vergelijking van belang is, zijn de volgende basisgegevens gehanteerd:

- als oppervlakte van het schorren- en slikkengebied van het Zwin is uitgegaan van 170 ha (gegevens Eurosense, 1995);
- voor de te ontpolderen oppervlakte van de Willem Leopoldpolder is in de verschillende varianten uitgegaan van respectievelijk 400 ha, 200 ha en 100 ha (vereenvoudiging van de basisgegevens voor de modelberekeningen van het WL Borgerhout in 1995);
- voor de hoogteligging van de Willem Leopoldpolder is een verdeling als aangegeven in de figuren 6.1, 6.3 en 6.5 aangenomen.

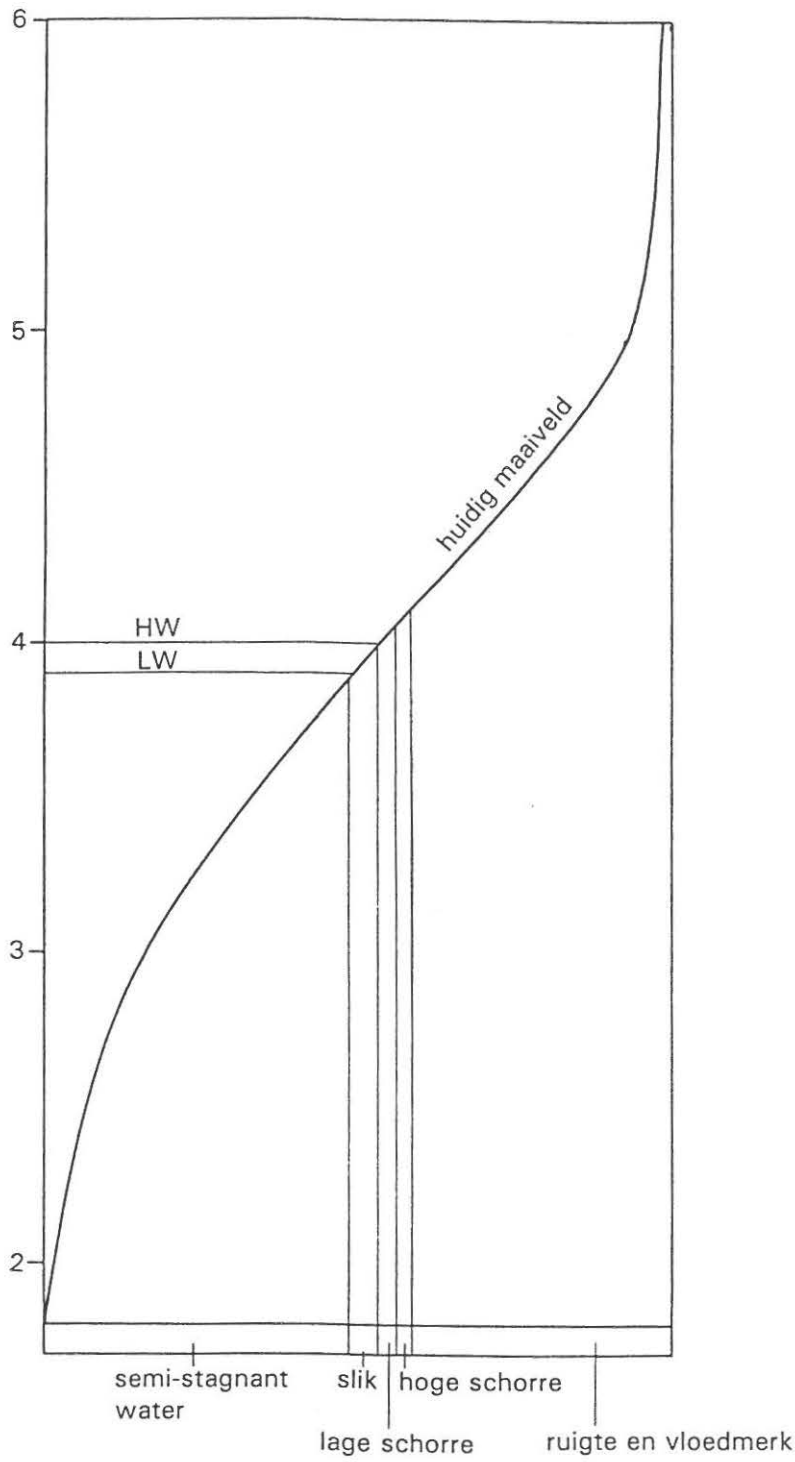
De effecten van de scenario's op de verschillende criteria zijn beoordeeld ten opzichte van de huidige situatie. Aangegeven is of er een eventuele verbetering of verslechtering ten aanzien van het desbetreffende criterium optreedt, en van de mate waarin dit het geval is. Hiervoor is een semi-kwantitatieve schaal vijfpunts-schaal gebruikt, lopend van ++ (sterke verbetering) tot -- (sterke verslechtering).

Vervolgens zijn per aspect (abiotische aspecten, ecologische aspecten enz.) de criteria-scores voor elk scenario opgeteld; op basis daarvan is de onderlinge rangorde van de scenario's voor dat aspect bepaald. Het cijfer 1 geeft aan dat het scenario het best scoort; hoe hoger het cijfer, des te minder goed voldoet het scenario. Scenario's met een gelijk cijfer leveren ongeveer hetzelfde resultaat op.

Om de scenario's onderling op baten en kosten te kunnen vergelijken zijn de aspecten abiotiek, vegetatie, fauna, landschap en recreatie als baten beschouwd, de aspecten onderhoud en financiën als kosten. De rangorde voor de baten is primair bepaald door het sommeren van de scores op de aspecten abiotisch, vegetatie en fauna. Een nadere rangorde-bepaling is gebaseerd op de scores voor de aspecten landschap en recreatie. De rangorde voor kosten is primair gebaseerd op de rangorde wat betreft het aspect financiën. Een eventueel verder onderscheid in rangorde is gebaseerd op de volgorde voor het aspect onderhoud.

Het resultaat van de beoordeling is weergegeven in tabel 6.1. Bijlage 7 bevat een nadere toelichting op de scores per criterium en per scenario of variant.

Figuur 6.1 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakten van verschillende ecotopen voor de variant KBE-100.

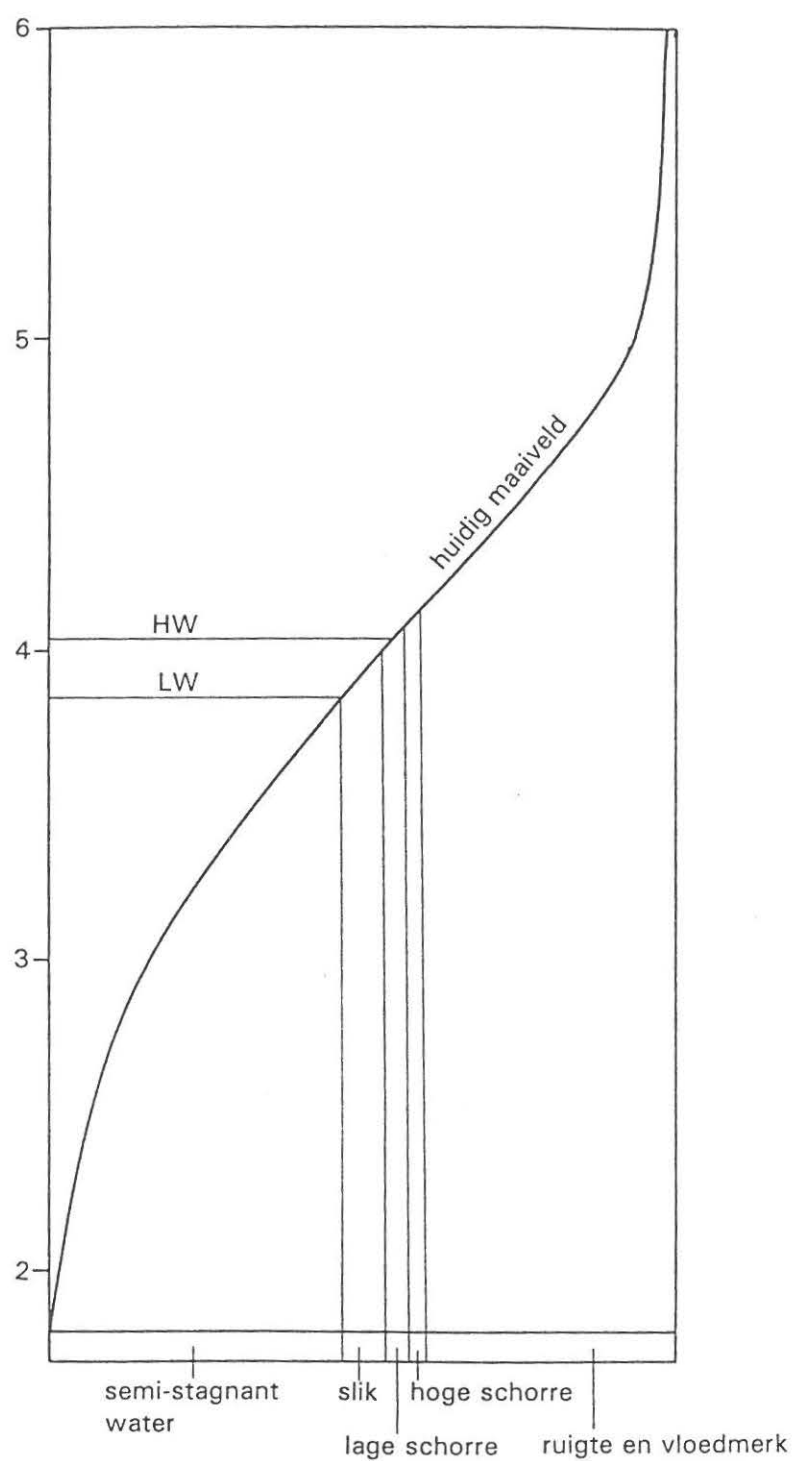




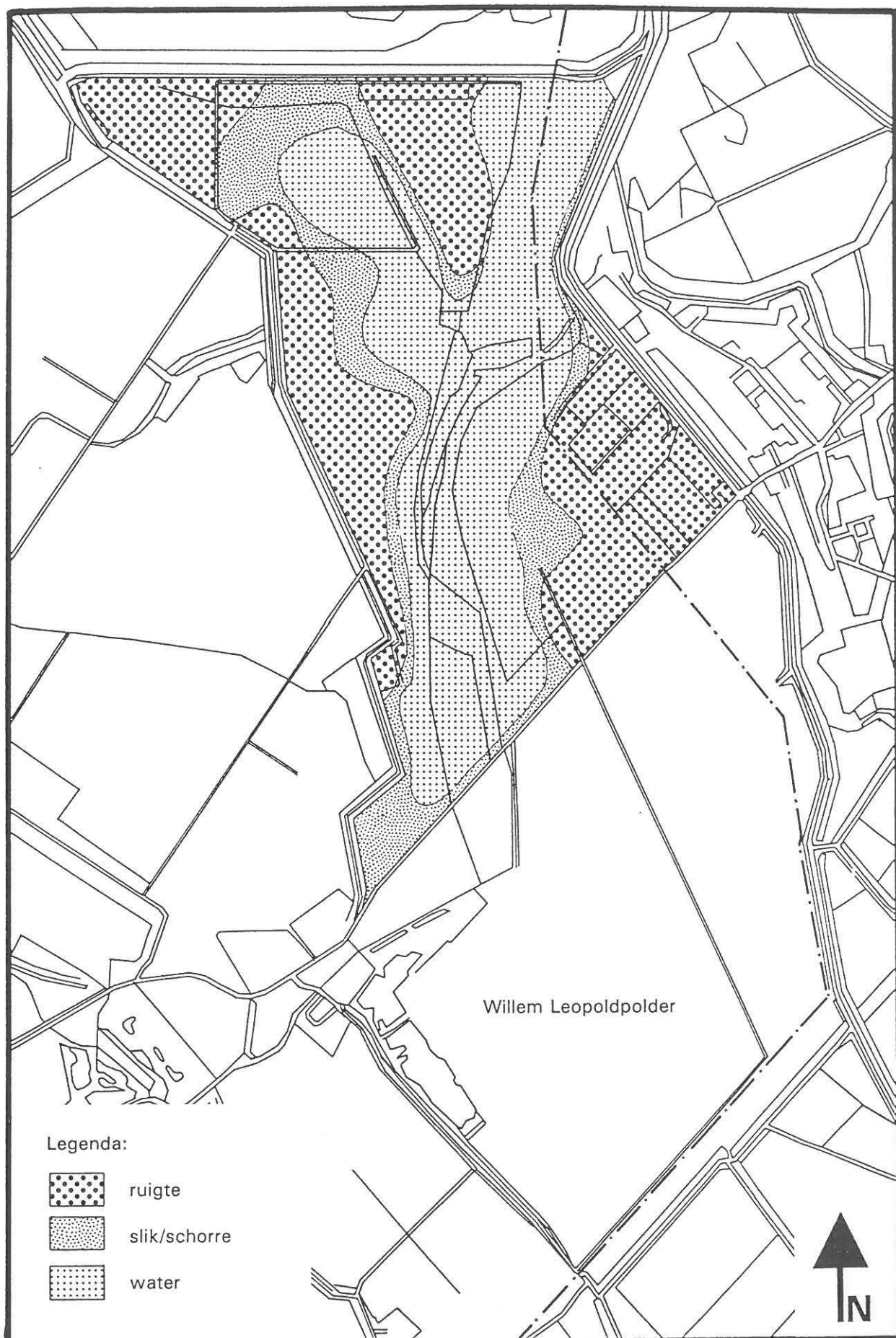
Figuur 6.2 Te verwachten ontwikkeling van ecotopen op hoofdlijnen bij ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder (scenario KBE-100%)



Figuur 6.3 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakten van verschillende ecotopen voor de variant KBE-50.

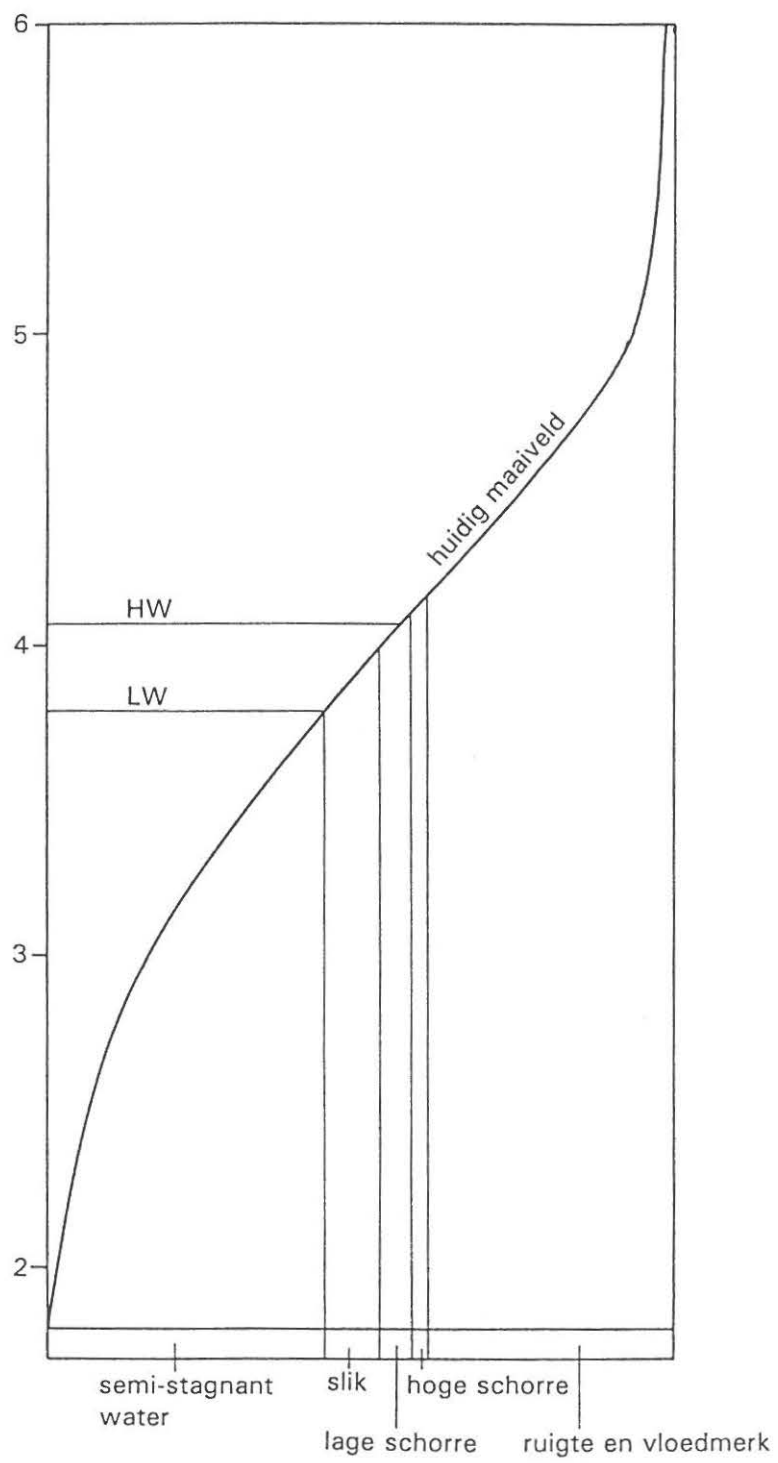


Figuur 6.4 Te verwachten ontwikkeling van ecotopen op hoofdlijnen bij ontpolderen van 50% van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder (scenario KBE-50%)





Figuur 6.5 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakte van verschillende ecotopen voor de variant KBE-25.



Figuur 6.6 Te verwachten ontwikkeling van ecotopen op hoofdlijnen bij ontpolderen van 25% van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder (scenario KBE-50%)

25



Tabel 6.1 Beoordeling scenario's en varianten voor het tegengaan verzanding Zwin

++ = sterke verbetering  
 + = verbetering  
 0 = geen wijziging ten opzichte van de huidige situatie  
 - = verslechtering  
 -- = sterke verslechtering

Scenario/variant	1 SPO	2 HAZ	3 KBI	4A KBE- 100%	4B KBE- 50%	4C KBE- 25%	5 ESP- opt
Beeld op lange termijn (oppervlakten in ha)							
totale oppervlakte	170	170	170	570	370	270	170
stagnant water	35	40	50	240	140	90	35
slik	0	0	15	30	20	15	0
schor	0	20	80	100	90	85	10
ruigte	35	105	20	195	115	75	75
vochtige duinvallei	100	0	0	0	0	0	50
geul	0	1	5	7	6	5,5	1
Criteria							
ABIOTIEK	4	3	1	1	1	1	2
verlandingsnelheid geulen	--	--	-/0	--/-	--/-	--/-	--/-
verlandingsnelheid schor	--	--	-	-	-	-	--/-
oppervlakte slik	--	--	0/+	+	+	0/+	--
ontwikkeling geulen	--	--	0	0	0	0	--
overstroming: oppervlakte, duur en getijdeverschil	--	--	0/+	0	0	0	--
VEGETATIE							
zeldzaamheid ecotopen	+	-	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
kenmerkendheid ecotopen	--	-	0/+	0/+	0/+	0/+	0/-
biodiversiteit planten	++	0	0	+	+	+	+
kenmerkende soorten	--	-	0/+	0/+	0/+	0/+	0/-
FAUNA							
oppervlakte kustvogelhabitats	--	-	0/+	+	+	0/+	-
diversiteit vogels	+	0/-	0/+	+	+	+	+



Scenario/variant	1 SPO	2 HAZ	3 KBI	4A KBE- 100%	4B KBE- 50%	4C KBE- 25%	5 ESP- opt
kenmerkende soorten	--	-	0	0/+	0/+	0/+	-
verstoring	-	0	0/+	++	++	++	0
LANDSCHAP	4	3	2	1	1	1	3
visueel-ruimtelijke kwaliteit	-	-	0	++	++	++	-
RECREATIE	6	5	4	1	2	3	5
potenties natuurrecrea- tie en -educatie	--	-	0	++	++	+	-
bezoekersaantallen	--	-	0	+	+	0	-
uitstraling voor streek	-	-	0	++	+	+	-
ONDERHOUD	1	3	2	2	2	2	2
intensiteit civieltech- nisch onderhoud	++	0	+	+	+	+	+
FINANCIEN	1	2	2	6	5	4	3
grondverwerving (Mf/MBfr)				24/ 480	12/ 240	6/ 120	
inrichting (Mf/MBfr)			3/ 60	49/ 980	27/ 540	16/ 320	13,5/ 270
civiel-technisch on- derhoud (Mf/jaar/MBfr/jaar)		0,35/ 7	0,1/ 2	<0,1/ <2	<0,1/ <2	<0,1/ <2	
overige kosten (ver- plaatsen campings) (Mf/MBfr)				2/ 40	2/ 40		
<b>TOTAAL BATEN</b>	7	6	4	1	2	3	5
<b>TOTAAL KOSTEN</b>	1	3	2	7	6	5	4

## 6.2 Resultaat

In geen van de scenario's treedt een structurele vermindering van de verandering en de verlandingssnelheid op. Kenmerkende ecotopen, plantesoorten en vogelsoorten nemen in de scenario's SPO, HAZ en ESP verder af, terwijl in de scenario's KBI en KBE de situatie gelijk blijft of hoogstens een lichte verbetering optreedt.

Wanneer gekeken wordt naar de relatieve effecten van de scenario's, blijkt dat de beste resultaten worden bereikt met de varianten van het scenario KBE.

Tussen deze varianten bestaan relatief weinig verschillen in baten, maar grote verschillen in kosten.

Scenario KBI neemt een tussenpositie in en is wat kosten betreft aanzienlijk gunstiger.

De scenario's SPO, HAZ en ESP geven de slechtste resultaten; alleen scenario SPO maakt een duidelijke vermindering van de kosten mogelijk.

## 7 Alternatieve scenario's en conclusies

### 7.1 Inleiding

Geen van de onderzochte scenario's leidt tot een bevredigend resultaat ten aanzien van het duurzaam instandhouden van een dynamisch kustecosysteem met een karakteristieke zoute vegetatie en fauna.

Voor de scenario's SPO en HAZ werd dit ook niet verwacht. Dat de scenario's KBI, KBE en ESP onvoldoende resultaat opleveren, is een nieuw inzicht dat naar voren komt uit de rekenresultaten van het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout.

Bij de varianten van het scenario KBE is de oorzaak van de geringe effecten op de verlanding vooral gelegen in het feit dat de hoogteligging van het Zwin en de geringe dimensies van de Zwingeuil verhinderen dat het ontpolderde gebied bij elk getijde volledig vol en weer leeg stroomt. Het tijverschil in het Zwingebied zelf blijft hierdoor gering. In hoeverre de relatief hoge ligging van de Willem Leopoldpolder een belemmering vormt, moet uit berekeningen blijken.

Voor een meer structurele aanpak van de verzandingsproblematiek van het Zwin moeten andere scenario's worden onderzocht, die de geconstateerde belemmeringen wegnemen. In overleg met de Technische Zwincommissie zijn de drie hierna genoemde alternatieve scenario's globaal op hun effectiviteit onderzocht:

- scenario SPO\*: spontane ontwikkeling van het gebied, waarbij het onderhoud aan de zeereepduinen wordt stopgezet en extra spuiwerking wordt gerealiseerd;
- scenario KBI\*: grootschalig verhogen van de komberging door verbreden en verdiepen van de hoofdgeul en grootschalig afgraven van het huidig natuurgebied;
- scenario KBE\*: grootschalig verhogen van de komberging door verbreden en verdiepen van de hoofdgeul en ontpolderen van de Willem Leopoldpolder.

Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout zijn, ter onderbouwing van de effectbeschrijving, de alternatieve scenario's KBI\* en KBE\* modelmatig doorgerekend. In beide modelberekeningen is de aangenomen breedte van de hoofdgeul, 240 m, gebaseerd op historische gegevens van de Zwingeuil (historisch kaartmateriaal en de ligging van de oude grenspalen die aan de randen van de geul stonden) en literatuurgegevens van soortgelijke situaties. Alle bronnen wijzen er op dat een hoofdgeul met een breedte van 240 meter de oorspronkelijke of een minder beïnvloede situatie benadert.



## 7.2      **Scenario SPO\*: Spontane ontwikkeling inclusief het stopzetten van onderhoud aan de zeereepduinen en inclusief extra spuiwerking**

### **Nadere omschrijving scenario SPO\***

Dit scenario houdt in dat noch in het Zwin noch aan de zeereepduinen maatregelen worden genomen om bepaalde natuurlijke processen te sturen en in gewenste banen te leiden. Concreet betekent dit dat, evenals in het scenario SPO, het regelmatig uitgraven van zandvang en hoofdgeul en het verleggen van de monding van de hoofdgeul wordt gestopt. Daarnaast worden de maatregelen stopgezet om de zeewerende functie van de zeereepduinen in stand te houden. Dit scenario biedt ruimte voor een vorm van dynamisch kustbeheer, binnen de randvoorwaarden die uit het oogpunt van veiligheid worden gesteld. In plaats van een gesloten, strakke duinrichel, ontstaat er mogelijk een gevarieerde hoge of lage, gesloten of meer open zeereep ontstaan waarbij kustmorfologische en fysische processen weer een kans krijgen. Bij grote duindoorbraaken kunnen zeer snel volledig gewijzigde situaties ontstaan waarbij gedeelten van de schorren worden weggeslagen en nieuwe geulenpatronen ontstaan. Daar de gehele Zwinvlakte reeds is omringd is door een dijk op Deltaniveau, levert een dergelijk dynamisch proces, dat zich over het gehele intergetijdegebied afspeelt, geen veiligheidsproblemen op.

Aanvullend is er in dit scenario van uitgegaan dat incidenteel is voorzien in een extra spuiwerking met omvangrijke volumes water uit het Uitwateringskanaal.

### **Abiotische effecten**

Verwacht wordt dat door de extra spuiwerking met name de hoofdgeul open blijft en het zeewaarts zandtransport toeneemt. Op de verzanding die het gevolg is van de normale getijden in de overige delen van het natuurgebied heeft dit scenario vrijwel geen effect. Mogelijk heeft dit scenario wel effect op de verzanding van het gebied die optreedt bij sprintijen en stormen. Bij sprintijen en stormen wordt waarschijnlijk minder zand opgewerveld en meegevoerd, zodat het netto zandtransport naar de Zwinvlakte afneemt.

Om inzicht te krijgen in de kans op het doorbreken van de zeereep is door Rijkswaterstaat een sterkteberekening van het Belgische Duin voor het Zwin uitgevoerd. De resultaten van deze berekening zijn als bijlage 7 aan dit rapport toegevoegd. Uit deze resultaten blijkt dat zelfs op het zwakste punt van het duin de kans op doorbreken zeer gering is. Door de enorme breedte en hoogte van de duinen moet er eerst 40 tot 50 meter duin afslaan, voordat een maatgevende storm leidt tot een doorbraak. De berekende frequentie van een doorbraak in de huidige toestand is maximaal eenmaal per 100 miljoen jaar. De kans dat er 'nieuwe sluffers' ontstaan is dus zeer klein. In het verleden heeft dit proces zich wel in het Zwin afgespeeld: een tweede Zwinggeul bevond zich vroeger op de plaats van meer M3.

Pas op zeer lange termijn zal de kustlijn na het stopzetten van onderhoudswerkzaamheden voor de zeewerende functie onder invloed van het bovengenoemde proces een meer rafelig karakter krijgen. De hoogte van de zeereepduinen neemt op zeer lange termijn af.

## **Ecologische aspecten**

### **Vegetatiekundige waarden**

De ontwikkeling van het gebied bij dit scenario is sterk vergelijkbaar met de ontwikkeling bij het scenario SPO. Voor een uitgebreide beschrijving van de te verwachten ontwikkeling van de vegetatie wordt verwezen naar de beschrijving bij scenario SPO. Op deze plaats zijn alleen de meest relevante te verwachten ontwikkelingen vermeld.

Door verzanding treedt op lange termijn een nivellering van de vegetatie op. In de verder van de zee gelegen delen van de Zwinvlakte zal verzanding (verdroging) en verzoeting leiden tot minder karakteristieke vegetatietypen. Op lange termijn vindt hier struweelvorming en bosopslag plaats.

Door de extra spuiwerking blijft de hoofdgeul ook op langere termijn gehandhaafd als open verbinding met de zee.

De verwachte ontwikkeling van de kustlijn is bij de onderlinge vergelijking van de scenario's buiten beschouwing gelaten. De huidige natuurwaarden of te verwachten natuurwaarden van de zeereepduinen zijn niet mee gewogen. Door de functiewijziging van de zeereepduinen ontstaan op zeer lange termijn langs de kustzone ecologisch waardevolle situaties. Een dynamische kust is een verrijking van het kustlandschap.

### **Faunistische waarden**

De in de huidige situatie kenmerkende avifauna verdwijnt op lange termijn grotendeels door de verzoeting en verdroging van grote delen van het gebied. Bij duindoорbraken, die op zeer lange termijn zijn te verwachten, ontstaat mogelijk door de instroomgaten een rustige strandzone die op natuurlijke wijze wordt afgesneden van de massaal bezochte stranden van Knokke en Cadzand. Hier kunnen zich kenmerkende soorten als Strandplevier, Bontbekplevier en mogelijk ook Dwergstern als broedvogel vestigen.

### **Landschappelijke aspecten**

Evenals bij de scenario's SPO en ESP neemt de openheid van het gebied, karakteristiek voor het intergetijdegebied, af.

### **Recreatieve en natuureducatieve aspecten**

De huidige avifaunistische waarde en de huidige openheid zijn belangrijke recreatieve trekpleisters. Daar deze huidige waarden van het gebied verloren gaan heeft dit scenario een negatief effect op de recreatieve ontwikkeling. De effecten van het verlies van de zeewerende functie van de zeereepduinen zijn moeilijk voorspelbaar maar zijn waarschijnlijk zeer gering.

### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

In dit scenario is de verplaatsing van het pompemaal inclusief het onderhoud voorzien als civieltechnische onderhoudsmaatregel voor het tegengaan of beperken van de verzanding van het Zwin-gebied. Voor het realiseren van de extra spuiwerking is er van uitgegaan dat een waterbekken buiten het natuurgebied wordt aangelegd.

### **Financiën**

Evenals in het scenario ESP is er in de kostenraming voor dit scenario uitgegaan van het plaatsen van een nieuw pompemaal. Hierbij is aangenomen dat de kosten die hieraan zijn verbonden geheel moeten worden betaald uit middelen ter bestrijding van de verzanding van het Zwin-gebied. In 1999 zijn reguliere werkzaamheden gepland voor het huidige pompemaal. Koppeling van werk-

zaamheden kan hier leiden tot een aanzienlijke beperking van de kosten die uit middelen ter bestrijding van de verzanding moeten worden betaald. Voor de kosten van het aanleggen van een waterbekken is uitgegaan van Mfl 3,5 / MBfr 70. Voor een nadere omschrijving van deze kosten wordt verwezen naar de kostenraming bij variant ESP-opt.

### **7.3      Scenario KBI\*: grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied**

#### **Nadere omschrijving scenario KBI\***

Dit scenario betreft het grootschalig verhogen van de komberging van het huidige Zwin-gebied door het afgraven van een groot deel van het gebied. Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout zijn twee varianten door-gerekend:

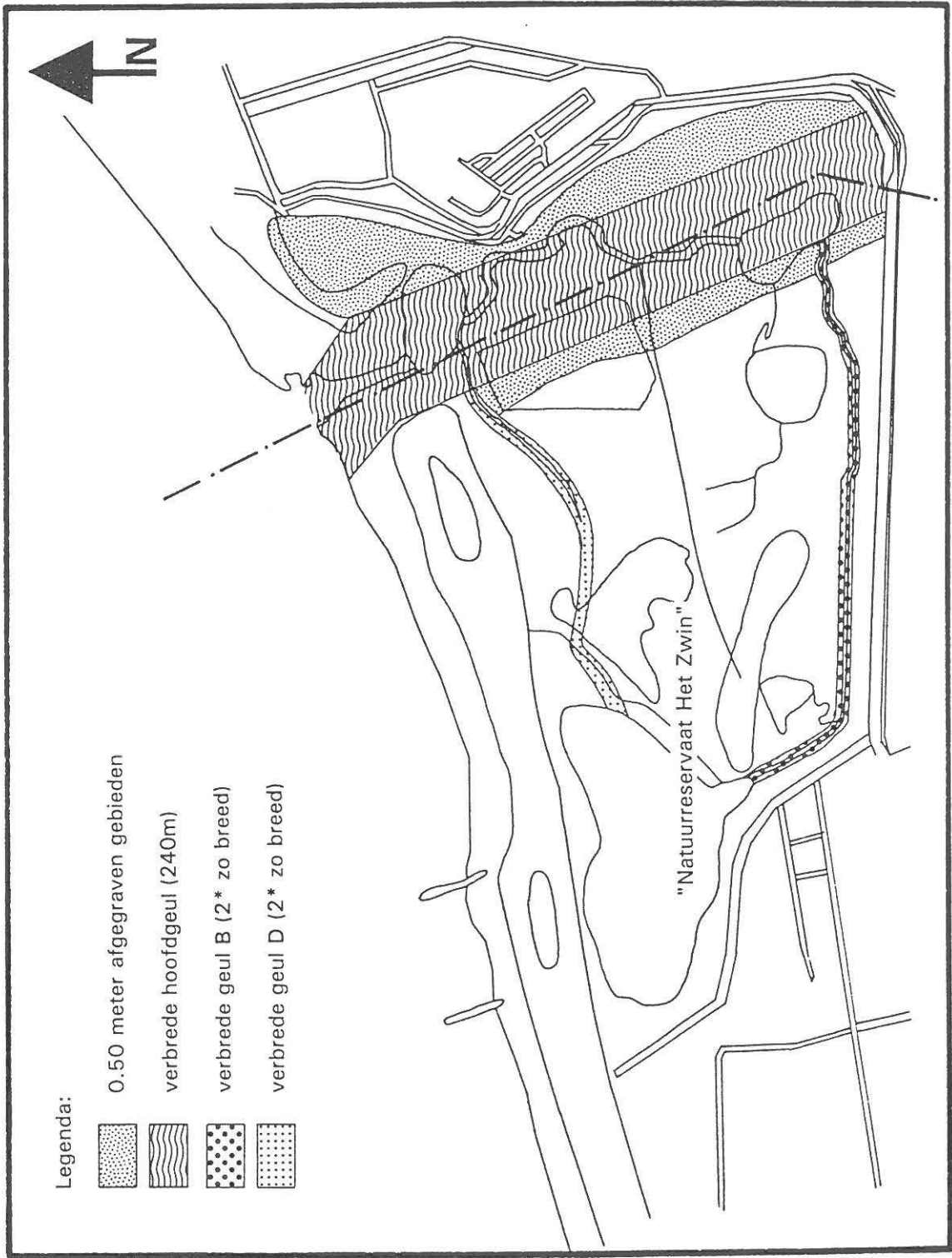
- variant KBI\*-minimaal (KBI\*-min), waarbij de hoofdgeul is verdiept en is verbreed tot 240 m. De diepte van de hoofdgeul varieert van 0 m TAW (- 2,4 m NAP) bij de monding aan de zee tot 1.60 m + TAW (- 0,8 m NAP) aan de Internationale dijk. De schorren die in het model direct zijn verbonden met de hoofdgeul zijn allen 0,5 m verlaagd. De overige geulen in het gebied (voornamelijk de geulen B en D) zijn tweemaal verbreed (kaart 7.1);
- variant KBI\*-maximaal (KBI\*-max), waarbij naast de hoofdgeul ook overige geulen in het gebied zijn verbreed tot 240 m en zijn verdiept. De schorren langs de hoofdgeul zijn 0,5 m verlaagd (kaart 7.2).

De meest zinvolle methode om de interne komberging sterk te verhogen lijkt het gelijkmatig afgraven van het gehele Zwin-gebied. Het gelijkmatig afgraven biedt mogelijkheden om de oppervlakte-verdeling tussen permanent open water, slik, schor en ruigte te sturen. De berekende wijzigingen in stromingskarakteristieken en zandtransport bij het maximaal scenario zullen in hoofdlijnen wel overeenkomen met een gelijkmatige afgraving. In tabel 7.3 is voor dit scenario alleen de effectbeoordeling opgenomen van een soort optimale variant, waarbij het gehele Zwin-gebied door gelijkmatig afgraven in successie is teruggezet.

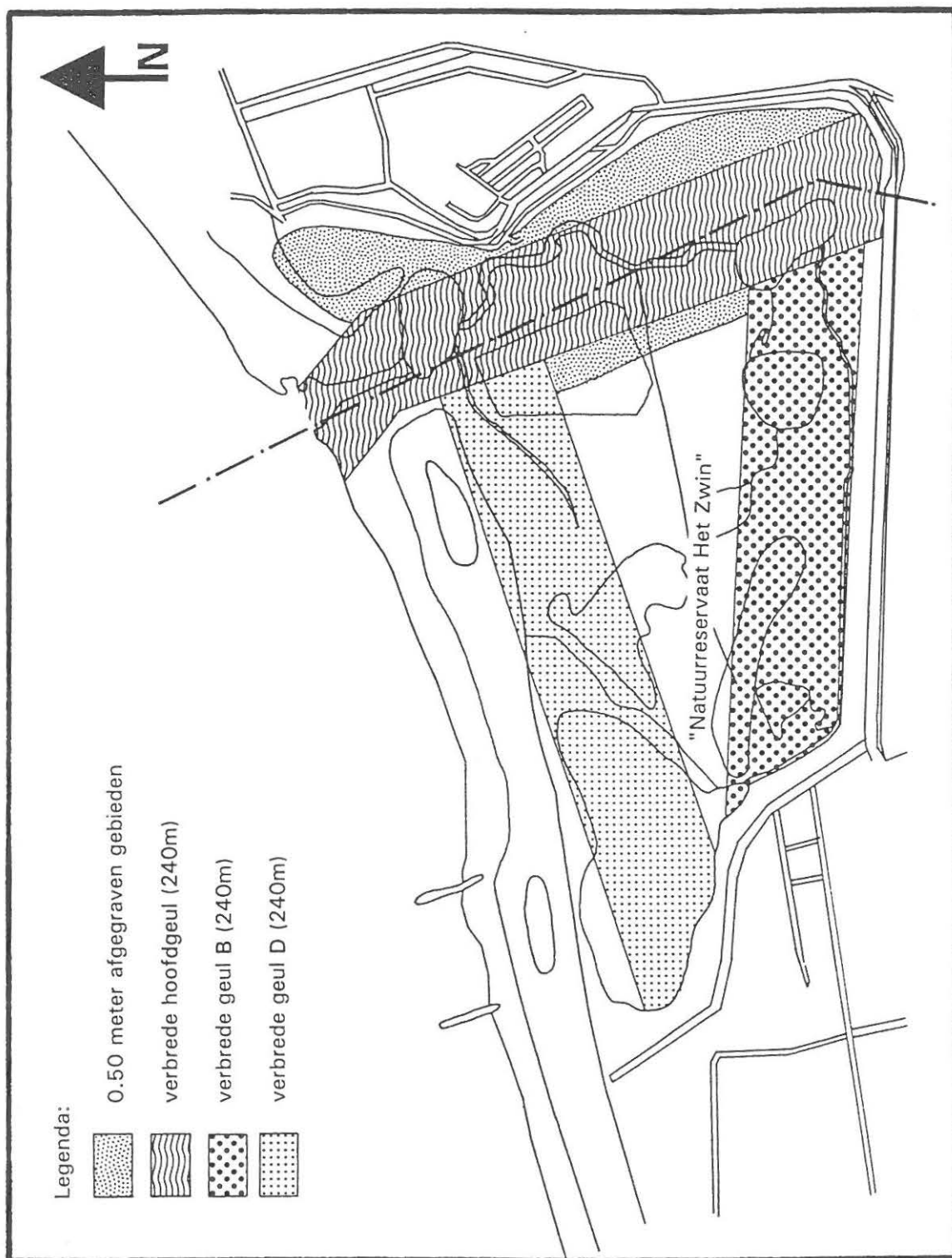
De verbreding van de hoofdgeul (en eventueel andere geulen) heeft tot gevolg dat de hoeveelheid water die in- en uitstroomt sterk toeneemt. Om de verbrede geul een duurzaam karakter te geven, en eventuele afkalving van duinen te voorkomen, is voor de scenario's met een sterk verbrede hoofdgeul uitgegaan van het aanbrengen van een geulrandverdediging. Hierbij is aangenomen dat de geulrandverdediging wordt aangelegd over een hoogteverschil van 4.50 m met een taludhelling van 2:4. Voor het materiaal is uitgegaan van een breuksteenta-lud. De geschatte kosten bedragen voor een enkelzijdig aangebrachte verdedi-ging f 2.350,- / Bfr 47.000, voor een tweezijdig aangebrachte verdediging f 4.700,- / 94.000 per strekkende meter.



Kaart 7.1    Situatieschets variant KBI\*-min: grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied door verbreden van de hoofdgeul tot 240 meter, afgraven van aanliggende schorren langs de hoofdgeul en tweemaal verbreden van de geulen B en D



Kaart 7.2 Situatieschets variant KBI\*-max: grootschalig verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied door verbreden van de hoofdgeul tot 240 meter, afgraven van schorren langs de hoofdgeul, tweemaal verbreden en verdiepen van de geulen B en D en afgraven van schorren langs de geulen B en D



### **Abiotische effecten**

De resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in tabel 7.1 en bijlage 8 (tabel B 8). Uit deze resultaten blijkt dat de minimale variant met vooral de verbreding en verdieping van de hoofdgeul, alleen op stromingskarakteristieken van de hoofdgeul effect heeft. In de hoofdgeul nemen de maximale stroomsnelheden af door de enorme verbreding van deze geul. Effecten op de verzanding van de hoofdgeul komen niet uit de modelberekeningen naar voren, maar het is te verwachten dat de hoofdgeul in dit scenario zeer snel verzandt.

De maximale variant leidt tot een sterke toename van het tijverschil in de verbrede en verdiepte geulen B en D. Uit de modelberekeningen blijkt de verzanding van de geulen B en D toe te nemen.

### **Effecten op de vegetatie**

Bij een gelijkmatig afgraven van het gehele Zwin-gebied kan de oppervlakteverdeling van permanent water, slik, schor en hogere delen tevoren exact worden bepaald. De oppervlakte met actuele waarden, met name vegetatiekundige waarden, neemt door de inrichtingsmaatregelen in eerste instantie aanzienlijk af. Door de afgraving te richten op goede abiotische uitgangssituaties voor kenmerkende soorten van het intergetijdegebied, en de meest waardevolle delen als brongebied te handhaven is het effect op de vegetatie als positief te beschouwen.

### **Effecten op de fauna**

Bij een gelijkmatig afgraven van het gehele Zwin-gebied is ook voor de fauna de gewenste oppervlakteverdeling van ecotopen tevoren te bepalen.

### **Landschappelijke effecten**

De minimale variant leidt aan de noordzijde van het gebied tot een permanent groot open wateroppervlak (de hoofdgeul). De overige gebiedsdelen zullen op langere termijn verder verzanden en bij uitblijven van beheer hun openheid verliezen.

De maximale variant leidt tot een grote oppervlakte van 120 ha permanent open water. De karakteristieken van een intergetijdegebied zijn bij deze variant sterk aangetast.

Indien een meer gelijkmatige afgraving plaatsvindt leidt dit juist tot een versterking van de karakteristieken van een intergetijdegebied. In de effectbeoordeling is van de laatste optimale variant uitgegaan.

### **Effecten op het civieltechnisch onderhoud**

Op basis van de beschikbare gegevens is vrijwel geen indicatie te geven van de verlandingssnelheid van een gedeeltelijk afgegraven Zwin-vlakte. Aangenomen is dat een herhaling van deze maatregel met slechts een zeer lage frequentie noodzakelijk is.

### **Financiën**

In de optimale variant moet naar schatting ongeveer 1.500.000 m<sup>3</sup> worden ontgraven. Uitgaande van een prijs van f 15,-/Bfr 600 per m<sup>3</sup> bedragen de kosten Mfl 22,5 / MBfr 450.

De lengte waarover een tweezijdige geulrandverdediging moet worden aangebracht bedraagt ongeveer 1.500 meter. De eenmalige kosten die hieraan zijn verbonden bedragen Mfl 7,05 / MBfr 141. Hierbij is aangenomen dat alleen de hoofdgeul tweezijdig wordt verdedigd.



Tabel 7.1

Resultaten van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van het scenario KBI\*: Vergroten van de komberging door het verbreden en verdiepen van de hoofdgeul en aangelegen hogere delen en het verdiepen en/of verbreden van de overige geulen

Aspect	Uitgangssituatie	Variant (toestand)	
	1991	KBI*min (T27)	KBI*max (T28)
Hoofdgeul			
v max monding vloed m/s	0,783	0,467	0,918
v max monding eb m/s	1,114	0,471	0,754
komberging totaal x 1000 m³ vl	199	690	1.919
Geul B			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,380	0,490	0,307
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,293	0,418	0,170
waterpeil max. m TAW (1)	4,52	4,55	4,56
waterpeil min. m TAW	3,82	3,82	1,15
tijverschil	0,70	0,73	3,41
komberging x 1000 m³	4,7	9,2	390
Geul D			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,725	0,633	0,775
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,191	0,278	0,262
waterpeil max. m TAW	4,52	4,56	4,59
waterpeil min. m TAW	3,37	3,37	1,73
tijverschil	1,15	1,19	2,86
komberging x 1000 m³	9,5	18,6	359,6
Wateroppervlak x 1000 m² op 4,50 m TAW			
Zwin	285	464	1241
Uit te graven x 1000 m³			
Zwin		530	1677

(1): TAW = NAP + 2,4 m

#### 7.4 Scenario KBE\*: grootschalig verhogen van de komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en verbreden en verdiepen van de hoofdgeul

##### Nadere omschrijving scenario KBE\*

Dit scenario betreft het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder in combinatie met het verbreden en verdiepen van de Zwinggeul. De huidige Zwinggeul wordt hierbij over de gehele lengte van Noordzee tot Internationale Dijk verbreed. De breedte van de hoofdgeul bedraagt in het huidige Zwinggebied 240 m. In de Willem Leopoldpolder wordt deze hoofdgeul tot aan de zuidelijke punt doorgetrokken, waarbij deze hoofdgeul in de Willem Leopoldpolder taps toeloopt. De breedte van de geul in de polder varieert van 240 m bij de Internationale dijk tot 0 m aan de zuidelijke punt van de polder. De bodemhoogte van de hoofdgeul varieert van 0 m TAW (- 2,4 m NAP) aan de monding in zee tot 1,60 m TAW (- 0,8 m NAP) aan de zuidpunt van de Willem Leopoldpolder. Tussen het Zwinggebied en de Willem Leopoldpolder wordt in de internationale dijk een opening van 240 m gerealiseerd. Om het te ontpolderen deel van de Willem Leopoldpolder wordt een nieuwe dijk op deltahoogte aangelegd of wordt de bestaande dijk verhoogt tot op deltahoogte.

Door het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout zijn twee varianten op dit scenario doorgerekend:

- variant KBE\*-100, waarbij de gehele Willem Leopoldpolder is ontpolderd (kaart 7.3);
- variant KBE\*-25, waarbij een kwart van de oppervlakte van de Willem Leopoldpolder is ontpolderd (kaart 7.4).

Tabel 7.2

Resultaten van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van het scenario KBE\*: het verhogen van de komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder (varianten 100% en 25%) en het verbreden en verdiepen van de hoofdgeul

Aspect	Uitgangs- situatie	Variant (toestand)	
		C	
		KBE*100 (T26)	KBE*25 (T25)
<b>Hoofdgeul</b>			
v max monding vloed m/s	0,783	0,622	0,606
v max monding eb m/s	1,114	0,925	0,546
komberging totaal x 1000 m <sup>3</sup>	199	2070	1440
<b>Geul B</b>			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,380	0,348	0,352
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,293	0,288	0,292
waterpeil max. m TAW (1)	4,52	4,46	4,52
waterpeil min. m TAW	3,82	3,82	3,82
tijverschil	0,70	0,64	0,70
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	4,7	4,0	4,7
<b>Geul D</b>			
v max aan hoofdgeul vloed m/s	0,725	0,441	0,463
v max aan hoofdgeul eb m/s	0,191	0,504	0,596
waterpeil max. m TAW	4,52	4,21	4,54
waterpeil min. m TAW	3,37	3,37	3,37
tijverschil	1,15	0,84	1,17
komberging x 1000 m <sup>3</sup>	9,5	6,8	9,7
<b>Polder</b>			
oppervlak x 1000 m <sup>2</sup>		4254	879
v max in dijkopening vloed m/s		0,862	1,16
v max in dijkopening eb m/s		0,720	0,475
waterpeil max. m TAW		4,15	4,55
waterpeil min. m TAW		2,16-3,35	1,76-3,30
tijverschil m		0,80-1,99	1,25-2,79
komberging polder x 1000 m <sup>3</sup>		1542	749
<b>Wateroppervlak x 1000 m<sup>2</sup> op 4,50 m TAW</b>			
Zwin	285	354	354
Willem Leopoldpolder		3030	749
<b>Uit te graven x 1000 m<sup>3</sup></b>			
Zwin		500	500
Willem Leopoldpolder		300	100

(1): TAW = NAP + 2,4 m

Kaart 7.3    Situatieschets scenario KBE\*: grootschalig verhogen komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en aanleg van een diepe hoofdgeul van 240 m breed





### **Abiotische effecten**

Door de aanzienlijke verbreding en verdieping van de Zwinggeul en het doortrekken van deze geul in de Willem Leopoldpolder, kan het wassende water veel sneller en in een veel groter volume tot ver in de polder doordringen. De komberging van de polder neemt hierdoor sterk toe. De resultaten van de modelberekeningen van het WL Borgerhout zijn weergegeven in tabel 7.2 en bijlage 8 (tabel B 8).

Uit bijlage 8 blijkt dat variant KBE\*-100, waarbij de gehele Willem Leopoldpolder is ontpolderd, leidt tot een aanzienlijke toename van het netto zeewaarts zandtransport in de hoofdgeul. Ontpolderen van een vierde deel van de polder leidt hier niet tot het gewenste effect. Mogelijk is het volume instromend water hier te gering. Op de stromingskarakteristieken en het zandtransport in de overige delen van het huidige Zwin-gebied heeft dit scenario vrijwel geen effect. Het tijverskil in de Willem Leopoldpolder is aanzienlijk, zodat grote delen van de polder bij vloed inunderen en bij eb droogvallen.

### **Effecten op de vegetatie**

Dit scenario heeft op de vegetatie-ontwikkeling in het huidige Zwin-gebied nauwelijks effect. Daarentegen is er door ontpoldering van de Willem Leopoldpolder sprake van een sterke toename van de oppervlakte intergetijdegebied en de daaraan gekoppelde ecotopen en soorten. Dit in tegenstelling tot de ontwikkeling bij scenario KBE. In scenario KBE was geen sprake van een sterke verruiming van de huidige stroomgeul. Daardoor bleef het volume in- en uitstromend water beperkt, met als gevolg een gering tijverskil (maximaal 0,3 m). Het tijverskil in scenario KBE\* varieert van 1,8 m tot 3,4 m.

Bij volledige ontpoldering ontwikkelt het grootste deel van de polder (60%) zich tot een slikken- en schorrengebied (figuren 7.1 en 7.2). De oppervlakte met Zeekraal-Schorrekruid-vegetatie neemt hierdoor sterk toe. Op een aanzienlijk deel van de polder (38%) ontwikkelt zich een ruigtevegetatie, een zeer klein deel van de polder (2%) staat permanent onder water. Bij ontpoldering van een kwart van de polder ontwikkelt zich op 80% van de oppervlakte een slikken- en schorrengebied (figuren 7.3 en 7.4). Op het resterende deel ontwikkelt zich een ruigtevegetatie, permanent water is niet aanwezig.

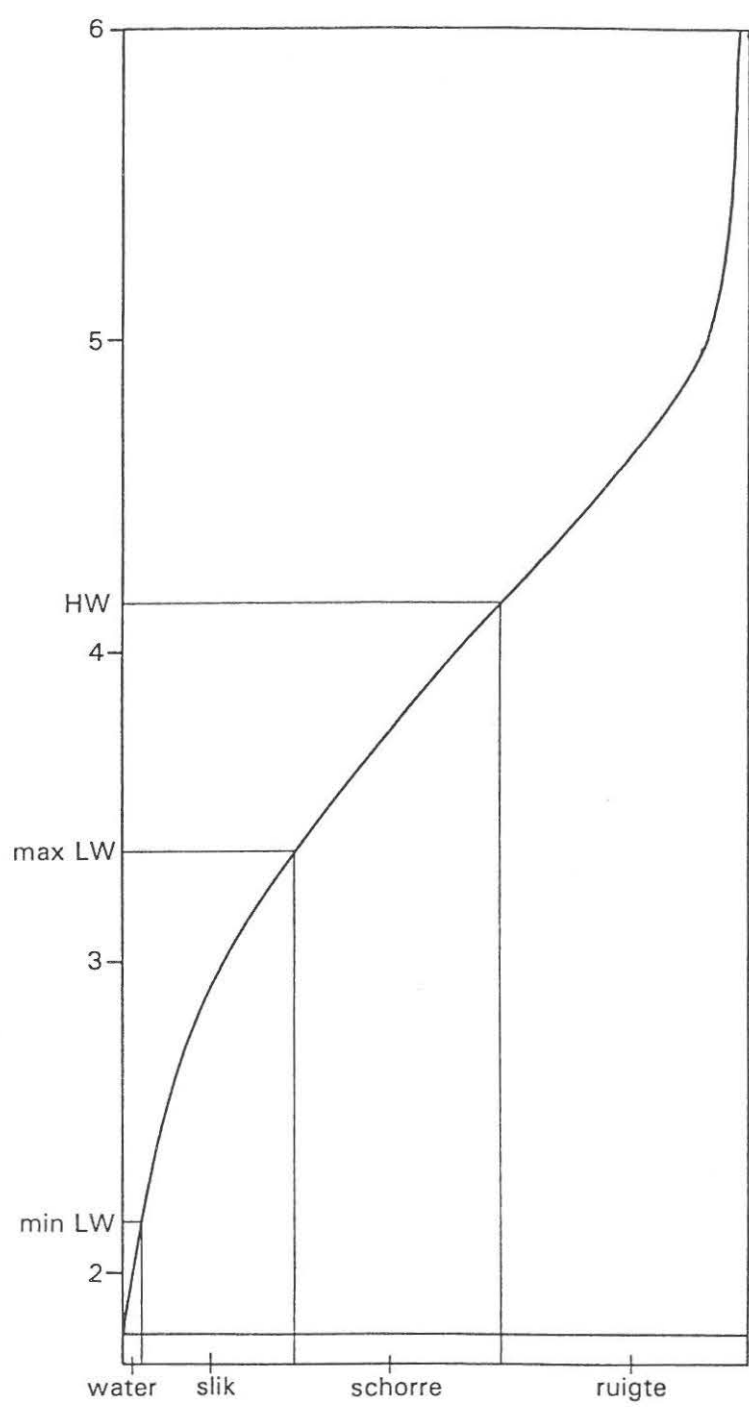
Het verlies aan schorren (ongeveer 20 ha) in het Zwin-gebied zelf door de sterke verbreding van de Zwinggeul wordt ruimschoots gecompenseerd door de toename van slikken en schorren in de Willem Leopoldpolder.

Aanvullend op de maatregelen in dit scenario kan het afgraven van de hogere delen van de Willem Leopoldpolder leiden tot een hogere komberging en een grotere oppervlakte schorren (figuur 7.5). Indien wordt uitgegaan van het ontgraven van 600.000 m<sup>3</sup> zijn de hieraan verbonden aanvullende kosten Mfl 9 / MBfr 180.

### **Effecten op de fauna**

Door de enorme toename aan slikken en lage schorren (afhankelijk van de variant 70 tot 240 ha) wint het gebied aan waarde voor wadfoeragerende soorten en broedvogels van lage schorren. Genoemde soortengroepen zijn juist door de verzanding van het Zwin sterk in aantal afgenomen. Vooral Bonte strandloper, Krombekstrandloper, Rosse grutto en Tureluur krijgen in dit scenario nieuwe kansen.

Figuur 7.1 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakten van verschillende ecotopen voor de variant KBE\*-100.

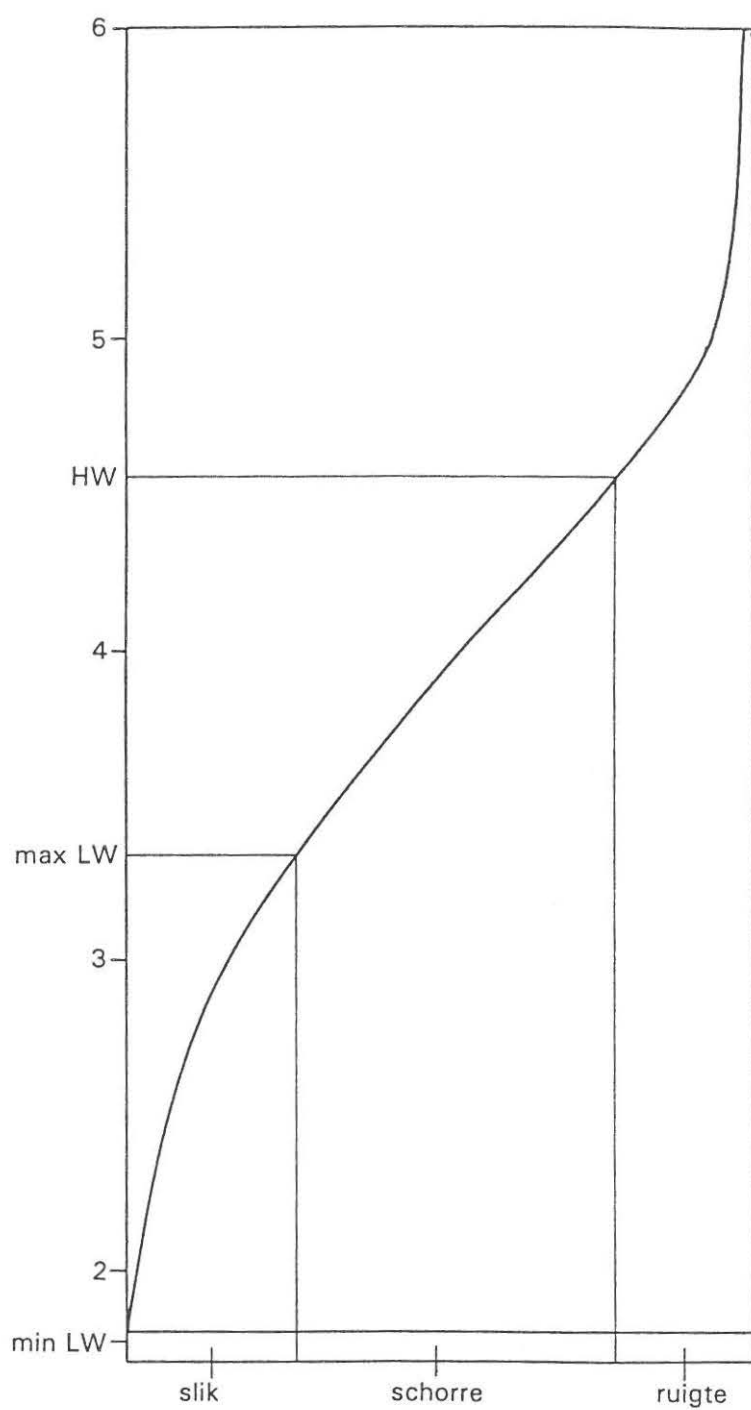


Figuur 7.2 Te verwachten ontwikkeling van ecotopen op hoofdlijnen bij scenario KBE\*-100

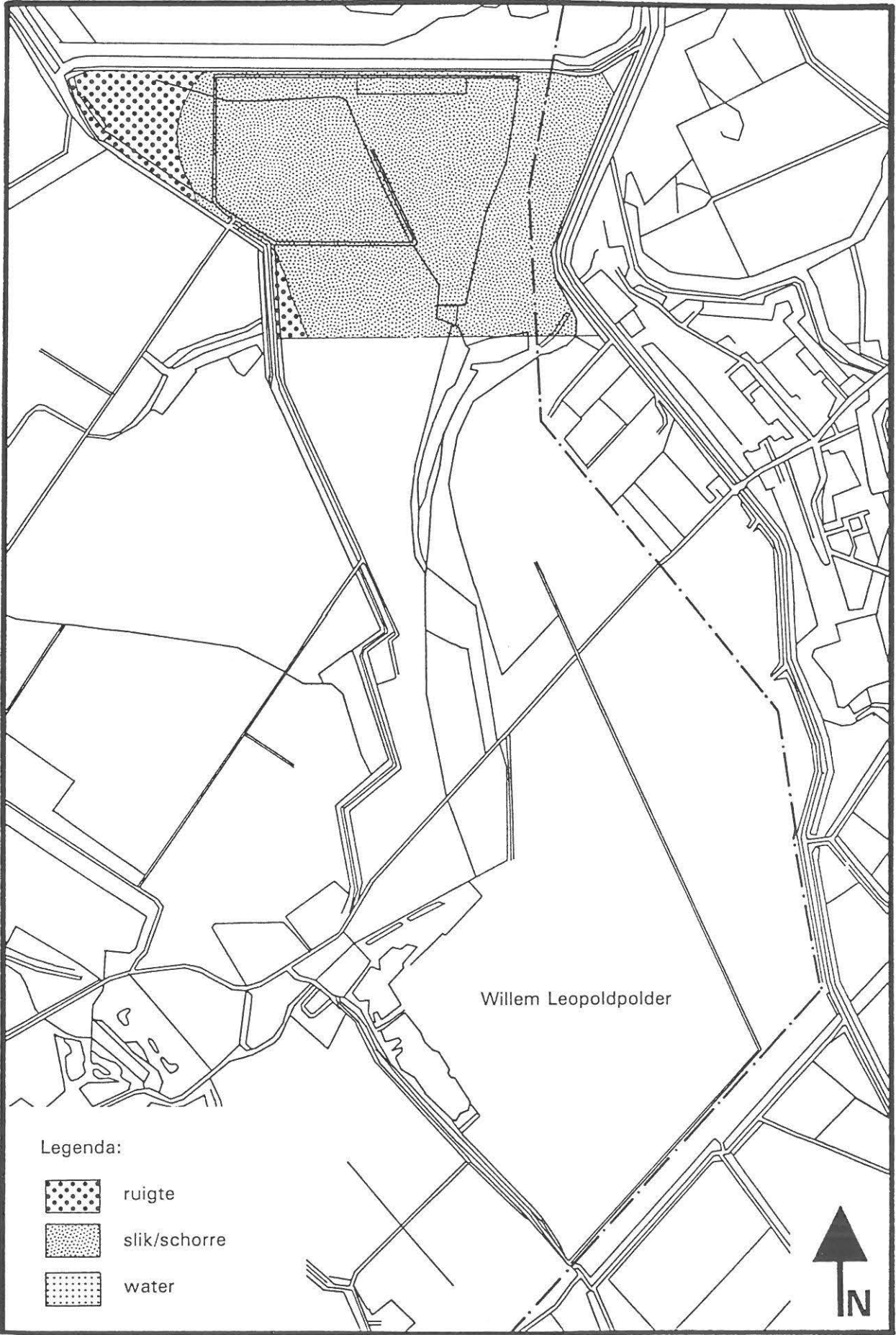




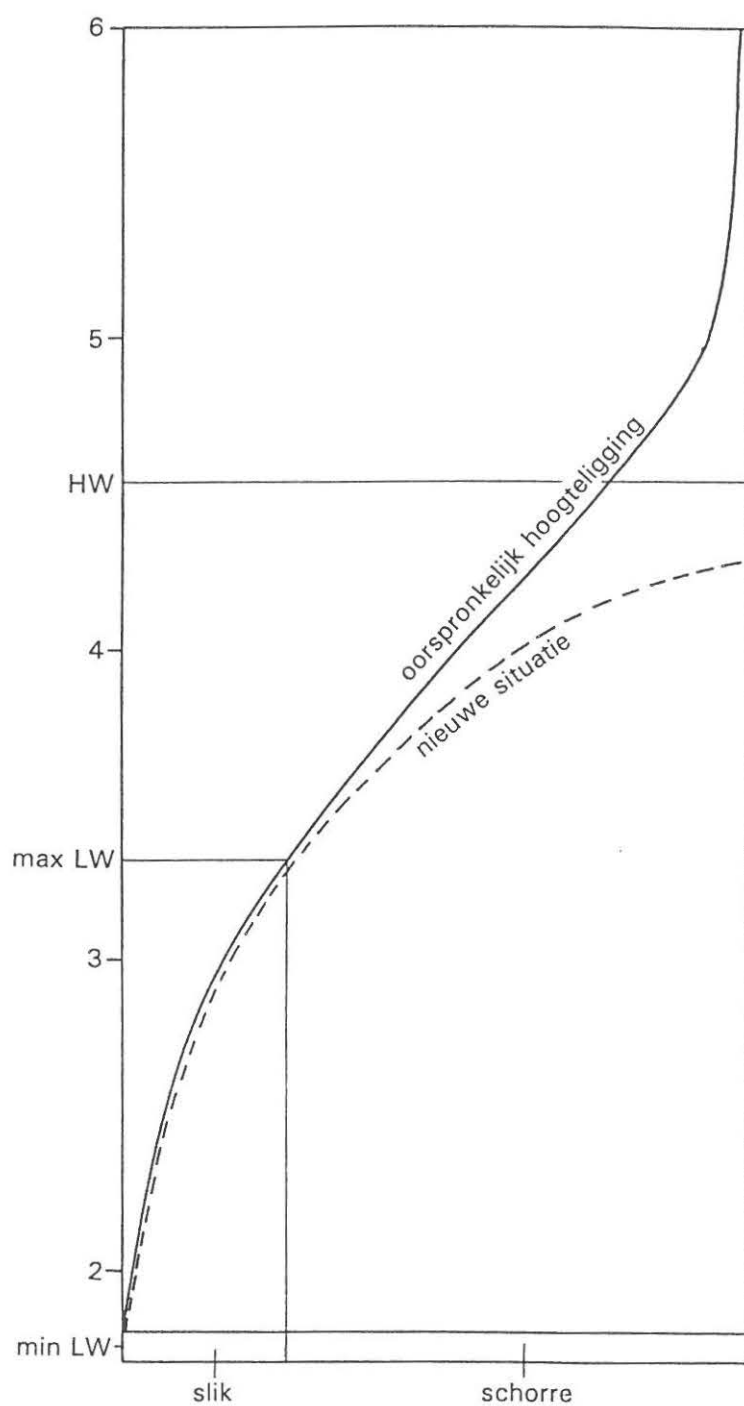
Figuur 7.3 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakten van verschillende ecotopen voor de variant KBE\*-25.



Figuur.7.4 Te verwachten ontwikkeling van ecotopen op hoofdlijnen bij scenario KBE\*-25



Figuur 7.5 Relatieschema voor de Willem-Leopoldpolder voor het bepalen van de oppervlakten van verschillende ecotopen voor de variant KBE\*-25, waarbij buiten de hoofdgeul de hogere delen van de Willem-Leopoldpolder zijn afgegraven.





### **Landschappelijke effecten**

De ontpoldering van de Willem Leopold polder leidt tot een toename van de grootschaligheid, een versterking van het natte karakter van de oppervlakte zout intergetijdegebied.

### **Recreatieve en natuureducatieve effecten**

Door ontpoldering ontstaat een unieke situatie; een gebied met hoge natuurwaarden en landschappelijke waarden. Het gebied zal een grote recreatieve aantrekkingskracht uitoefenen.

### **Civieltechnisch onderhoud**

Op basis van de beschikbare gegevens is vrijwel geen indicatie te geven van de verlandingsnelheid van de Willem Leopold polder en dus van de frequentie van civieltechnisch onderhoud. Aangenomen is dat onderhoud met slechts een zeer lage frequentie noodzakelijk is.

### **Financiën**

Voor de variant KBE\*-100 is uitgegaan van de volgende kosten:

- voor grondverwerving is uitgegaan van een prijs van f 60.000,- per ha. Deze prijs is gebaseerd op de onteigeningswaarde. In dit scenario bedraagt de verwerving ongeveer 400 ha, Mfl 24 / MBfr 480;
- aanleg van 9 km nieuwe waterkering, Mfl 45 / Mbfr 900;
- overige inrichting en afwerking van het gebied, Mfl 4 / MBfr 80;
- geulverbreding en geulaanleg, totaal grondverzet 800.000 à f 15,-/m<sup>3</sup>, Mfl 12 / MBfr 240;
- voor het aanbrengen van een geulverdediging is uitgegaan van een lengte van 1.500 meter waarover een tweezijdige geulrandverdediging moet worden aangebracht. De eenmalige kosten die hieraan zijn verbonden bedragen Mfl 7,05 / MBfr 141. Hierbij is aangenomen dat de hoofdgeul alleen binnen het Natuurreservaat Het zwin tweezijdig wordt verdedigd en dat in de Willem Leopoldpolder geen verdediging wordt aangebracht;
- voor het civieltechnisch onderhoud is uitgegaan van een zeer lage frequentie. Aangenomen is dat de jaarlijkse kosten minder dan Mfl 0,1 / MBfr 2 bedragen;
- uitplaatsen van de camping, kosten geraamd op Mfl 2 / MBfr 40.

Voor variant KBE\*-25 is uitgegaan van dezelfde uitgangspunten, maar is rekening gehouden met de kleinere oppervlakte en dijk lengte;

- grondverwerving van ongeveer 100 ha à f 60.000,-/ha, Mfl 6 / MBfr 120.
- aanleg van nieuwe waterkering (3 km), Mfl 15 / MBfr 300;
- overige inrichting en afwerking, Mfl 1 / MBfr 20;
- geulverbreding en geulaanleg, totaal grondverzet 600.000 m<sup>3</sup> à f 15,-/m<sup>3</sup>, Mfl 9 / MBfr 180;
- geulverdediging tweezijdig over een lengte van 1.500 m, Mfl 7,05 / Mbfr 141;
- jaarlijkse kosten civieltechnisch onderhoud minder dan Mfl 0,1 / MBfr 2.

## 7.5 Vergelijking aanvullende scenario's

In tabel 7.3 is een beoordeling van de alternatieve scenario's opgenomen, naast de reeds eerder gegeven beoordeling van de scenario's SPO, HAZ, KBI, KBE en ESP. De gehanteerde methode bij het bepalen van de rangorde is in paragraaf 6.1 beschreven.

Tabel 7.3

Beoordeling scenario's en varianten voor het tegengaan van de verzanding Zwin inclusief spontane ontwikkeling met stopzetten onderhoud duinen en extra spuiwerking (SPO\*), grootschalige afgraving Zwin (scenario KBI\*) en geulverbreding (scenario KBE\*, met de varianten 100 en 25% ontpoldering)

++ = sterke verbetering

+ = verbetering

0 = geen wijziging ten opzichte van de huidige situatie

- = verslechtering

-- = sterke verslechtering

Scenario	SPO	HAZ	KBI	KBE 100%	KBE 50 %	KBE 25 %	ESP- opt	SPO*	KBI* opt	KBE* 100 %	KBE* 25 %
Beeld op lange termijn (oppervlakten in ha)											
totale oppervlakte	170	170	170	570	370	270	170	170	170	570	270
stagnant water	35	40	50	240	140	90	35	35	25	50	40
slik	0	0	15	30	20	15	0	0	70	100	30
schor	0	20	80	100	90	85	10	10	60	220	65
ruigte	35	105	20	195	115	75	75	75	10	170	125
vochtige duinvallei	100	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0
geul	0	1	5	7	6	5,5	1	1	10	30	10
Criteria											
ABIOTIEK	6	5	3	3	3	3	4	4	1	1	2
verlandingsnelheid geulen	--	--	-/0	--/-	--/-	--/-	--/-	--/-	++	++	+
verlandingsnelheid schor	--	--	-	-	-	-	--/-	--/-	+	++	++
opp. slik	--	--	0/+	+	+	0/+	--	--	++	++	++
ontwikkeling geulen	--	--	0	0	0	0	--	--	++	++	++
overstroming: oppervlakte, duur en getijdeverschil	--	--	0/+	0	0	0	--	--	+	++	++
VEGETATIE	4	4	3	3	3	3	4	4	2	1	2
zeldzaamheid ecotopen	+	-	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	+	+	+
kenmerkendheid ecotopen	--	-	0/+	0/+	0/+	0/+	--	--	++	++	++
biodiversiteit planten	++	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
kenmerkende soorten	--	-	0/+	0/+	0/+	0/+	-	-	+	++	++

Scenario	SPO	HAZ	KBI	KBE 100%	KBE 50 %	KBE 25 %	ESP- opt	SPO*	KBI* opt	KBE* 100 %	KBE* 25 %
<b>FAUNA</b>	7	6	5	4	4	4	6	6	3	1	2
oppervlakte kustvogelhabi- tats	--	-	0/+	+	+	0/+	-	-	++	++	++
diversiteit vogels	+	0/-	0/+	+	+	+	+	+	0/+	+	+
kenmerkende soorten	--	-	0	0/+	0/+	0/+	-	-	+	++	++
verstoring	-	0	0/+	++	++	++	0	0	+	++	++
<b>LANDSCHAP</b>	7	6	5	4	4	4	6	6	3	1	2
visueel-ruimtelijke kwaliteit	-	-	0	++	++	++	-	-	++	++	++
<b>RECREATIE</b>	7	6	5	2	3	4	6	6	4	1	4
potenties natuurrecreatie en -educatie	--	-	0	++	++	+	-	-	+	++	+
bezoekersaantallen	--	-	0	+	+	0	-	-	0	++	0
uitstraling voor streek	-	-	0	++	+	+	-	-	+	++	+
<b>ONDERHOUD</b>	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
intensiteit civieltechnisch onderhoud	++	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>FINANCIEN</b>	1	2	2	6	5	4	3	3	5	7	5
grondverwerving (Mf/MBfr)				24/ 480	12/ 240	6/ 120	1,5/ 30	1,5/ 30		24/ 480	6/ 120
inrichting (Mf/MBfr)			3/ 60	49/ 980	27/ 540	16/ 320	12/ 240	12/ 240	29/ 580	69/ 1.380	32/ 640
civieltechnisch onderhoud (Mf/jaar/MBfr/jaar)		0,35/ 7	0,1/ 2	<0,1/ <2	<0,1/ <2	<0,1/ <2			0,1/ 2		
overige kosten (verplaat- sen campings) (Mf/MBfr)				2/ 40	2/ 40	2/ 40				<0,1/ <2	<0,1/ <2
<b>TOTAAL BATEN</b>	11	10	7	4	5	6	9	8	3	1	2
<b>TOTAAL KOSTEN</b>	1	3	2	7	6	5	4	4	5	8	6

## 7.6 Conclusies

### ALGEMEEN

In tabel 7.4 is de rangorde van de scenario's en varianten samengevat. Uit de vergelijking van de scenario's en varianten in dit onderzoek blijkt dat alleen door grootschalige ingrepen de 'natuurlijke' verzanding van het Zwin duurzaam kan worden vertraagd.

Kleinschalige ingrepen hebben nauwelijks effect op de omvang van de verzanding of moeten dermate frequent worden genomen dat deze een continue verstoring van het gebied tot gevolg hebben.

Tabel 7.4 Rangorde scenario's en varianten op basis van baten en kosten

Scenario/variant		Rangorde op basis van	
Code	Omschrijving	Baten	Kosten
KBE*-100	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder	1	8
KBE*-25	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en ontpolderen van een kwart van de Willem Leopoldpolder	2	6
KBI*-opt	Verhogen van de komberging door grootschalig verruimen van de hoofdgeul en grootschalig afgraven van het huidig natuurgebied	3	5
KBE-100	Verhogen van de komberging door ontpolderen van de gehele Willem Leopoldpolder	4	7
KBE-50	Verhogen van de komberging door ontpolderen van de helft van de Willem Leopoldpolder	5	6
KBE-25	Verhogen van de komberging door ontpolderen van een kwart van de Willem Leopoldpolder	6	5
KBI	Verhogen van de komberging binnen het huidige natuurgebied	7	2
SPO*	Spontane ontwikkeling, waarbij het onderhoud aan de zeereepduinen wordt stopgezet en extra spuiwerking wordt gerealiseerd	8	4
ESP-opt	Extra spuiwerking	9	4
HAZ	Handhaven van de zandvang	10	3
SPO	Spontane ontwikkeling	11	1

Het behoud van het Zwin als intergetijdengebied met zijn huidige waarden is het meest gebaat bij de variant KBE\*-100, waarbij de gehele Willem Leopoldpolder wordt ontpolderd en de hoofdgeul wordt verbreed en verdiept. Dit scenario leidt tot een oppervlakte-uitbreiding voor de kenmerkende ecotopen van het intergetijdengebied. Het ontpolderingsscenario is in feite te beschouwen als het herstel van een zelfregulerend mechanisme.



De winst van dit scenario wordt primair bepaald door de uitbreiding van de oppervlakte van het intergetijdegebied, de oppervlakte waarover verzanding kan plaatsvinden. Deze oppervlakte-uitbreiding vertraagt de verticale verzandings-snelheid. De negatieve effecten van de, binnen deze variant, vertraagde verzanding van het huidige Zwin-gebied worden ruimschoots gecompenseerd in de vorm van nieuwe ecotopen. Daarnaast neemt door de sterk verbrede en verdiepte hoofdgeul de komberging van het totale intergetijdegebied sterk toe. Onder invloed van het grote tijverskil in de Willem Leopoldpolder ontstaan juist ook in deze polder kenmerkende ecotopen.

Ook ontpolderen van een deel van de Willem Leopoldpolder biedt een goed perspectief. Een aanvullende ontgraving van zo'n 600.000 m<sup>3</sup> op variant KBE\*-25 lijkt hierbij zinvol.

De varianten voor het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder zonder verdieping en verbreding van de hoofdgeul bieden, gezien de uitbreiding van de oppervlakte waar verzanding kan plaatsvinden, eveneens goede perspectieven. De nieuwe oppervlakte slikken en schorren is echter aanzienlijk minder dan bij het scenario KBE\*, daar de komberging slechts weinig toeneemt en een gering tijverskil wordt gerealiseerd. De capaciteit van de hoofdgeul is de beperkende factor.

Na het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder biedt het grootschalig verhogen van de interne komberging van het Zwin-gebied zelf de beste perspectieven. Concreet betekent dit scenario dat de successie van het Zwin-gebied enkele tientallen jaren wordt teruggezet. Op korte termijn kan dit leiden tot verlies van de huidige natuurwaarden. In een inrichtingsplan moet daarom worden aangegeven welke gebiedsdelen, die kunnen fungeren als brongebied voor vegetatie en fauna, niet moeten worden afgegraven. Op middellange en langere termijn ontstaat een gebied dat in waarden minimaal de huidige situatie benadert.

Uit de resultaten blijkt tevens dat het verzanden van de hoofdgeul binnen de scenario's met extra spuiwerking (ESP-opt en SPO\*) wordt tegengegaan. Het tegengaan van de verzanding in de hoofdgeul leidt waarschijnlijk ook tot een vertraging van de verzanding van het achterliggende gebied, daar dit tot gevolg heeft dat bij springvloed en stormen het netto landinwaarts zandtransport afneemt.

Indien het behoud van de huidige waarden ook op langere termijn minder prioritair wordt gesteld, maar natuurlijke processen hoog worden gewaardeerd, biedt het scenario SPO\* mogelijk goede vooruitzichten. Het voorspellen van de ontwikkeling is in dit scenario moeilijk.

## **AANZET TOT EEN PLAN VAN AANPAK**

Uit dit onderzoek blijkt dat voor het duurzaam in stand houden van de natuurwaarden van het Zwin grootschalige ingrepen de beste waarborg bieden. Deze grootschalige ingrepen vergen forse financiële investeringen die mogelijk niet op korte termijn te verwachten zijn. Tevens geldt dat de varianten die het meest renderen, de varianten met ontpoldering van de Willem Leopoldpolder, vóórdat deze kunnen worden gerealiseerd waarschijnlijk meer tijdsinvestering vergen dan de overige scenario's en varianten.

Als eerste aanzet voor een Plan van Aanpak is daarom op deze plaats de rangorde van de scenario's/varianten afzonderlijk bepaald voor de scenario's/varianten zonder ontpoldering (tabel 7.5) en de scenario's/varianten met ontpoldering (tabel 7.6).

### Maatregelen zonder ontpoldering van de Willem Leopoldpolder

Uit tabel 7.5 en gezien de resultaten van dit project blijkt dat, indien ontpoldering van de Willem Leopoldpolder niet in ogenschouw wordt genomen, de verzanding van het natuurgebied het best kan worden vertraagd door het vergroten van de komberging door het afgraven van delen van de Zwinvlakte. De frequentie waarin deze ingreep moet worden herhaald is direct gekoppeld aan de omvang waarin zij wordt uitgevoerd.

Ook het realiseren van extra spuiwerking lijkt een zinvolle maatregel om de verzanding te bestrijden, mits deze spuiwerking van voldoende omvang is en regelmatig kan worden gerealiseerd. Aan beide laatstgenoemde randvoorwaarden kan worden voldaan indien in de directe omgeving van het natuurgebied een waterbekken wordt aangelegd. Spuien met het huidige debiet van het Uitwateringskanaal heeft vrijwel geen invloed op de verzandingssnelheid.

Tabel 7.5 Rangorde scenario's en varianten zonder ontpoldering

Scenario/ variant	Rangorde op basis van de aspecten							Rangorde op basis van	
	Code	Abiotiek	Vegetatie	Fauna	Landschap	Recreatie	Onderhoud	Financiën	Baten Kosten
KBI*-opt	1	1	1	1	1	1	2	5	1 5
KBI	2	2	2	2	2	2	2	3	2 3
SPO*	3	3	3	3	2	2	2	4	3 4
ESP-opt	3	3	3	3	3	3	2	4	4 4
HAZ	4	3	3	3	4	3	3	2	5 2
SPO	5	3	3	4	5	4	1	1	6 1

### Maatregelen met ontpoldering van de Willem Leopoldpolder

Indien financiën en draagvlak aanwezig zijn voor het ontpolderen van (een deel van) de Willem Leopoldpolder is dit de beste maatregel om de verzanding van de Zwinvlakte te vertragen. Verdiepen en verbreden van de hoofdgeul zijn bij dit scenario aanvullende maatregelen die als zeer gewenst moeten worden beschouwd, om al op korte termijn zo veel mogelijk voordeel van de maatregel te hebben. De oppervlakte waarover de verzanding kan plaatsvinden neemt na ontpoldering toe en leidt tot een afname van de verticale verzandingssnelheid. Door het realiseren van een omvangrijke hoofdgeul wordt de vloed- en de ebstroom sterk vergroot; de effectieve komberging neemt toe en een groot tijverschil in de Willem Leopoldpolder is het gevolg. Het ontpolderde gebied wordt door de hiervoor genoemde maatregelen omgevormd tot een gebied met voor een intergetijdegebied kenmerkende natuurwaarden.

Tabel 7.6 Rangorde scenario's en varianten met ontpoldering

Scenario/ variant	Rangorde op basis van de aspecten							Rangorde op basis van	
Code	Abiotiek	Vegetatie	Fauna	Landschap	Recreatie	Onderhoud	Financiën	Baten	Kosten
KBE*-100	1	1	1	1	1	2	4	1	4
KBE*-25	2	2	2	2	4	2	2	2	2
KBE-100	3	3	3	3	2	2	3	3	3
KBE-50	3	3	3	3	3	2	2	4	2
KBE-25	3	3	3	3	4	2	1	5	1

Gezien de mogelijkheden voor een meer natuurlijke ontwikkeling en mede gebaseerd op de sterkteberekeningen van de Belgische duinen voor de Zwinvlakte is het aan te bevelen om het onderhoud van deze duinen achterwege te laten. Het stoppen van deze onderhoudsmaatregel heeft geen invloed op de verzanding, maar geeft de ontwikkeling van het gehele natuurgebied een extra kwaliteitsimpuls.

## 7.7 Leemten in kennis

Tijdens de uitwerking van dit rapport zijn meerdere leemten in kennis geconstateerd:

- de omvang van het zandtransport bij storm;
- de omvang van de daadwerkelijke verzanding. De verschillende basisgegevens vertonen onderling grote verschillen;
- de effecten van een incidenteel spuiregime kunnen op basis van de beschikbare informatie niet eenduidig worden voorspeld;
- inzicht in de functie van het Zwin-gebied als paai- en kraamgebied voor vissen.

Bovengenoemde lacunes zijn naar onze mening geen leemten in kennis die gezien het doel van dit project een goede onderlinge vergelijking van de effecten van de maatregelen en het beoordelen van de scenario's in de weg staan.





- Adriani, M.J., G. P. Gonggrijp, J.A. Nijkamp en J.F. van Regteren-Altena, 1980. Ontdek de duinen. I.V.N. i.s.m. de VARA en P.W.N.
- Bakker, J.P., B.F. van Tooren en J. de Vlas, 1993. Uitbreiding begrazing van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. *De Levende Natuur* 3. p. 118-122.
- Bakker, J.P., 1984. Effecten van begrazing op de vegetatie van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. *De Levende Natuur* 2. p. 41-46.
- Bakker, J.P., B.F. van Tooren en J. de Vlas, 1993. Uitbreiding begrazing van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. *De Levende Natuur* 3. p. 118-122.
- Bal, D., H.M. Beijer, Y.R. Hoogeveen, S.J. Jansen en P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Balck, E. van den, 1994. Vegetatiekundige en ecologische studie van de slikken en schorren in het Zwin (Knokke-Heist, West-Vlaanderen). Licentiaatsverhandeling Biologie, Universiteit Gent.
- Beijersbergen, J. en F. Beekman, 1989. Sluftern en gaten in de duinen: naar een natuurlijker kustlandschap. *Duin* 3. p. 118-123.
- Beeftink, W.G. en A. Beeftink, 1985. De dynamiek van een theorie: schaal en detail in Wadden- en Deltagebied. *De Levende Natuur* 3. p. 81-88.
- Bohemen, H.D. van, P.D. Jungerius en F. van der Meulen, 1989. Herstel, ontwikkeling en beheer van landschapsecologische processen op het strand en in de buitenduinen. *Duin* 3, pg. 88-96.
- Buise, M.A. en F.L.L. Tombeur, 1988. Vogels tussen Zwin en Saeftinghe. De avifauna van Zeeuws-Vlaanderen. Stichting Natuur- en Recreatieinformatie, Middelburg.
- Burggraave, G. en M. Decler, 1994. Het Zwin, leven tussen land en zee. Uitgeverij Van de Wiele.
- Coosen, J. en P. Roelse, 1987. Zwin. Notitie GWWS-87.607, Rijkswaterstaat dienst getijdewateren.
- Cramp, S., et al, 1983. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Volume III, Waders tot Gulls. Oxford University Press.
- De Fonseca, P., 1980. De Herpetofauna in Oost- en West-Vlaanderen, verspreiding in functie van enkele milieufactoren. Doctoraatsverhandeling Doctor in de Wetenschappen, groep Dierkunde, Universiteit Gent.
- Eurosense, 1993. Vegetatiekaart van het natuurreservaat "Het Zwin". Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Dienst der Kusthavens.
- Eurosense, 1993. Natuurreservaat "Het Zwin", evolutie van de vegetatie tot augustus 1993. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Dienst der Kusthavens.
- Eurosense, 1993. Natuurreservaat "Het Zwin", evolutie tot augustus 1993, Morfologie, hydrodynamica en sedimentologie. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Dienst der Kusthavens.
- Eysink, W.D., A. Hoekstra & F.M.J. Hoozemans, 1992. Nederlandse sluffers, verkennende inventarisatie naar abiotische parameters. Waterloopkundig Laboratorium, H 1464;
- Gray, J.S., 1974. Animal-Sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12, London.

- Gray, J.S. (?). The ecology of marine sediments. An introduction tot the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press.
- Gysels, H., J. Baccaert, A.J. Beenhakker en T. Caspers, 1993. De landschapen van Vlaanderen en Zuidelijk Nederland, een landschapsecologische studie. Garant.
- Hale, W.G., 1980. Waders. William Collins Sons & Co Ltd, Glasgow.
- Hoekstra, A.I.J. en G.B.M Pedroli, 1992. Sluftervorming en natuurontwikkeling, speurwerkverslag, tweede en herziene druk. Waterloopkundig laboratorium, T 857;
- Hydrodynamic, 1987. Eén-dimensionaal stromingsmodel van het Zwin. Eindrapport;
- Jansen, G.W., 1979. Natuurreservaat Het Zwin. Eindwerk Universiteit Utrecht.
- Jong, Z. de, D. de Jong en J. Mulder, 1992. Effecten van het veranderde getij voor de schorren in de Oosterschelde. De Levende Natuur 5. p. 138-142.
- Kerckaert, P., 1989. De aanzandingsmechanismen van het Zwin en de maatregelen om hieraan te verhelpen. Water nr. 49, 213-221;
- Kleef, A.W., J.J.P. Lambeek, G. Masselink & J.P.A. Ruwe, 1989. Getijde processen in het Zwin, Zeeuws Vlaanderen. Rijksuniversiteit Utrecht, Vakgroep Fysische geografie. Rapport GEOPRO 1989.03;
- Kreeke, J. van de, 1990. Can Multiple Tidel Inlets be Stable? Estuarin, Coastal and Shelf Science 30, 261-273;
- Kuijpers, J., O. Hamerlynck, J.A. Craemeersch, H. Baptist en D. van der Laan, 1990. De veranderende delta. KNNV Wetenschappelijke Mededeling nr. 198.
- Klosterman, E.H., W.F.M. Eijkelhof en P.J.M. Melman, 1986. Vegetatiekaart Het Zwin. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst.
- Louisse, C.J. en A.J. Kuik, 1989. Kustverdediging: een 'spel' tussen natuur en mens. Duin 3, pg. 96-101.
- Maarel, E. van der, 1989. De betekenis van de Nederlands kust in nationaal en Europees verband. Duin 3, pg. 85-88.
- Meininger, P., 1992. Kustbroedvogels en de Oosterscheldewerken. De Levende Natuur 5. p. 152-158.
- Meire, P., 1993. Wader populations and macrozoobenthos in a changing estuary: the Oosterschelde (The Netherlands). Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Natuurbehoud.
- Meire, P. en E. Kuijken, 1993. Ontpolderen van de Willem Leopoldpolder als mogelijke oplossing voor de verzanding van het Zwin; kansen voor natuurontwikkeling. Instituut voor Natuurbehoud, ref IN/A93.41;
- Parent, G.H. en J. Burny, 1981. Espuise écologique de la réserve naturelle du Zwin (Knokke-Heist, Belgique): Evolution dynamique du tapis végétal et relations entre l'avifaune et la végétation. Les Naturalistes belges 62 (3-4). p. 49-86. en (9-10). p. 201-231.
- Plovie, J.W., 1994. Aanzet tot een natuurbeheers- en ontwikkelingsplan voor Knokke-Heist (Anok). Natuurreservaten vzw, afdeling Knokke-Heist.
- Provincie West-Vlaanderen, 1994. Struktuurplan Kustzone, voorontwerp. Westvlaams Economisch Studiebureau.
- Rijkswaterstaat directie Zeeland, Meetdienst Zeeland, 1990. Meetresultaten Debietmeting Zwingeul + aanvullende metingen. Notitie ZLMD-90.N.064;

- Roovers, G., 1993. De Hedwigepolder ontpolderd. De voor- en nadelen van het teruggeven van een polder aan de Westerschelde. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Getijdewateren, Middelburg, Technische Universiteit Delft, Afdeling Civiele Techniek, Vakgroep Gezondheidstechniek & Waterbeheersing;
- Roozen, A.J.M., 1985. Een kwart eeuw onderzoek aan vegetatiesuccessie op de Boschplaat van Terschelling. De Levende Natuur 3. p. 74-80.
- Ryckaert, M., 1989. De verzanding van het Zwin. Water 49, pg. 204-207.
- Slager, H., K. Groen en H. Visser, 1993. Begrazing, betreding en ontziltig. De Levende Natuur 3. p. 106-110.
- Stieperaere, H. en K. Fransen, 1982. Standaardlijst van de Belgische vaatplanten, met aanduiding van hun zeldzaamheid en socio-oecologische groepen. Dumortiera 22.
- Tooren, B. van, T. Zonneveld, P.J. Keizer en J. Huisman, 1993. Ontwikkeling en beheer van de vegetatie op de Strandvlakte op Schiermonnikoog. De Levende Natuur 3. p. 112-117.
- Vlaamse avifaunacommissie VZW, 1989. Vogels in Vlaanderen, voorkomen en verspreiding. I.M.P.
- Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, 1989. Model 474. Natuurreservaat Het Zwin;
- Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, 1990. Model 474. Natuurreservaat Het Zwin. Tweede verslag;
- Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, 1991. Model 474. Natuurreservaat Het Zwin. Derde verslag;
- Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, 1992. Model 474. Natuurreservaat Het Zwin. Vierde verslag;
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra en T. Westra, 1994. Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 5. IVN i.s.m. VARA en Vewin.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen en E.E. van der Voo, 1970. Wilde Planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 1. Vereniging Natuurmonumenten.
- Zwaenepoel, A., M. Leten en G. Rappe, 1994. Verspreiding, syntaxonomie en ecologie van *Catapodium maritimum* (L.) C.E. Hubbard en *Sagina maritima* G. Don aan de Belgische kust. Dumortiera 58-59. p. 28-41.

#### Overige verslagen en gegevens

- De technische Werkgroep van de Internationale Zwincommissie. Verslag van de activiteiten;
- Gegevens benodigd zandverzet en kosten bij gehele of gedeeltelijke ontpoldering van de Willem Leopoldpolder;
- Debietmetingen en waterkwaliteitsgegevens zoet afwateringskanaal;
- Aanvullende modelberekeningen van het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout (toestand T25, toestand T1,00, toestand T34,72);
- Ontwikkeling komberging op basis van hoogtemetingen EUROSENSE;
- Profielmetingen zandvangen;
- Constructie geulrandverdediging Zwin door Waterschap Het vrije van Sluis;
- Sterkteberekening Belgische duin voor het Zwin door Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Zeeland.





## Bijlagen

- 1 Vegetatiebeschrijving
- 2 Relatie vegetatie en ecologische factoren
- 3 Avifauna
- 4 Hoogtemetingen Willem Leopoldpolder
- 5 Resultaten modelberekeningen zandtransport
- 6 Beoordeling scenario's
- 7 Sterkteberekening Belgische duin voor het Zwin
- 8 Resultaten modelberekeningen zandtransport alternatieve scenario's





## Vegetatie en flora van het Zwin

### Vegetatietypen

#### 1 Pioniervegetaties op slikken

Dit vegetatietype is te splitsen in twee grote groepen, namelijk de gemeenschap met als dominante soort Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*)(1a) en de gemeenschap met voornamelijk Schorrekruid (*Suaeda maritima*)(1b).

De eerste groep kenmerkt zich als een laagblijvende, soortenarme, open vegetatie met als begeleidende soorten Zeeaster (*Aster tripolium*), Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) en Engels slijkgras (*Spartina townsendii*). Deze gemeenschap komt voornamelijk voor op de hoogste delen van de slikken, aan de rand van de gegraven plassen en op de bodem van de kleine krekken waar een flauwe stroomsnelheid van het vloedwater heerst en de ondergrond bestaat uit slib.

De tweede groep is minder ijl van vegetatiestructuur dan de eerste en bereikt een bodembedekking van ongeveer 75 %. Kenmerkend zijn afzettingen van algen en afgestorven resten van Zoutmelde. Begeleidende soorten in deze groep zijn Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) en Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*). De associatie komt voor op de lage oeverwallen van de krekken en op de lage delen van de schorren, voornamelijk op slibrijke gronden op de overgang van slikken en schorren.

#### 2 Vegetaties op oeverwallen en in komgronden van de lage schorren

Deze vegetaties worden gekenmerkt door zeer hoge bedekkingen van Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*). De vegetatie is zeer gesloten en homogeen van samenstelling. Slechts enkele soorten kunnen zich hierin handhaven, namelijk Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Strandkweek (*Elymus athericus*) en in mindere mate Schorrekruid (*Suaeda maritima*).

Deze associatie beslaat thans het grootste deel van het schorregebied. Dit is te wijten aan de snelle verzanding van de Zwinvlakte waarop Zoutmelde snel en explosief reageert. Zoutmelde is voornamelijk een plant die voorkomt op zandige gronden die snel ontwateren en onder invloed staan van de getijden.

In het Zwin komt deze vegetatie voornamelijk voor op de lichte hellingen van oeverwallen, in het afgesloten deel van het reservaat ten noorden van de Internationale dijk en aan de Nederlandse grens.

#### 3 Vegetaties van de middelhoge schorren

Floristisch wordt deze groep (3a) gekenmerkt door een sterke dominantie van Lamsoor (*Limonium vulgare*) en Zeeweegbree (*Plantago maritima*). Schorrekruid (*Suaeda maritima*), Zoutmelde (*Halimione portulacoides*), Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*), Zilte rus (*Juncus gerardii*) en Melkkruis (*Glaux maritima*) kunnen de gemeenschap begeleiden. De associatie kent haar ecologisch optimum op de wat slibhoudende gronden met een belangrijk aandeel zand. Hier-

door is deze vegetatie vooral terug te vinden aan de voet van de duinen. In het Zwin beslaat deze gemeenschap niet zo'n grote oppervlakten en is ze voornamelijk terug te vinden in het afgesloten deel en tussen de Zwingewul en de Internationale dijk.

De vegetatie kan slecht tegen beweiding en betreding. Onder invloed van beweiding en betreding ontwikkelt zij zich tot het kweldergras-type.

De beweide en betreden variant (3b) van deze vegetatie kenmerkt zich door een sterke dominantie van Kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Gerande schijnspurrie (*Spergularia maritima*). Begeleidende soorten zijn ondermeer Zilte schijnspurrie (*Spergularia marina*), Dunstaart (*Parapholis strigosa*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Melkkruid (*Glaux maritima*). Het is een kort en gesloten vegetatietype dat in het Zwin voornamelijk voorkomt langs de paden (betreding) en tussen de Zwingewul en de Internationale dijk (betreding en beweiding). Deze vegetatie heeft, door haar dichte groei een sterk remmende werking op de vloedstroom, waardoor slib kan bezinken.

#### **4 Vegetaties van de hoogste schorren met affiniteit tot de middelhoge schorren.**

Deze vegetatie wordt gekenmerkt door een dominantie van Melkkruid (*Glaux maritima*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Engels gras (*Armeria maritima*). Begeleidende soorten zijn Kweldergras (*Puccinellia maritima*), Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) en Lamsoor (*Limonium vulgare*).

Dit vegetatietype komt voornamelijk voor op de overgang tussen de hogere en de middelhoge schorren. Al naar gelang de ligging en de beïnvloeding door het tij, komen sterke verschillen voor in samenstelling van de vegetatie.

#### **5 Vegetaties van de hoogste schorren**

Zilte rus (*Juncus gerardii*) en Gesteelde zoutmelde (*Halimione pedunculata*) kenmerken dit vegetatietype. In deze korte, grazige vegetatie komt in mindere mate ook Engels gras (*Armeria maritima*) en Melkkruid (*Glaux maritima*) voor.

De associatie komt voornamelijk voor op de zandige gronden met een hoog slibgehalte. In het Zwin nemen ze slechts een beperkte oppervlakte in. Waar de grond nat is en water stagneert, domineert meestal Zilte rus, op drogere standplaatsen heeft Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) de overhand.

Enkel bij hoge springvloeden overstroomden deze vegetaties. Zij vormen ook de overgangsvegetatie tussen de zoute schorren en de ontzilende gebieden.

#### **6 Ontzilingsstadia**

Hieronder kunnen vegetaties ondergebracht worden van duinen, dijken en schorren, alle gelegen op de grens van de springvloedwaterstanden waardoor ze slechts zeer korte tijd inunderen.

Bij de duinvariant (6a) van deze vegetatie domineren Zandzegge (*Carex arenaria*), Zilvermos (*Bryum argenteum*), Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*). De vegetatie is open en kort en komt voor op de smalle overgangszone tussen de zeeduinen en de hogere schorren, met een optimum op zandige bodems waar er een zoet-zout en droog-nat gradiënt is. Tijdens het jaar komen er sterk wisselende milieuomstandigheden voor.



De dijkvariant (6b) wordt gekenmerkt door een hoge bedekking van Aardbeiklaver (*Trifolium fragiferum*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Speerdistel (*Cirsium vulgare*), vaak gemengd met soorten uit de hoge schorren zoals Melkkruid (*Glaux maritima*), Dunstaart (*Parapholis strigosa*) en Rood zwenkgras (*Festuca rubra*).

Deze associatie komt voor op de beweede delen aan de voet van de Internationale dijk. Enkel tijdens winterspringvloeden komen ze onder water te staan. Door de begrazing is er een sterke stikstofaanrijking.

Ook op de hoogste schorren kan een variant (6c) van deze vegetatie voorkomen waarbij zoet water (regen) gaat overheersen. Hier treedt voornamelijk Fioringras (*Agrostis stolonifera*), Zilver schoon (*Potentilla anserina*) en Zilt tor-kruid (*Oenanthe lachenalii*) op de voorgrond. Zij worden meestal gemengd met schor-soorten zoals Lamsoor (*Limonium vulgare*), Zilte rus (*Juncus gerardi*) en Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) en storingsplanten zoals Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Schorrekruid (*Suaeda maritima*). Deze vegetatie wordt gemiddeld 50 cm hoog.

Meestal is de grond sterk verrijkt met stikstof door de aanwezigheid van grote concentraties vogels zoals zilvermeeuwen en grauwe ganzen. Deze vegetatie komt in het Zwin vooral voor in het toegankelijk gedeelte nabij de ingang van het reservaat. Ze wordt enkel bij springtij overspoeld.

Als vierde variant (6d) zijn vegetaties te onderscheiden die zich bevinden op de overgang naar zoet en droog. Dit zijn dichte vegetaties met voornamelijk Strandkweek (*Elymus athericus*) en kleine aantallen Strandmelde (*Atriplex prostrata*) en Spiesmelde (*Atriplex prostrata*).

Deze vegetatie bevindt zich in het Zwin op de kreekoeverwallen en in grote delen van de komgronden.

Van deze vierde variant kan een vegetatie (6e) afgesplitst worden waarbij Strandkweek (*Elymus anthericus*), Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) en Zeeal-sem (*Artemisia maritima*) als dominante soorten optreden. Sporadisch komen in deze vegetaties ook Lamsoor (*Limonium vulgare*), Melkkruid (*Glaux maritima*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) voor. Door het voorkomen van Zeealsem heeft deze vegetatie een zilvergrijs aspect.

De grootste concentratie van dit vegetatietype komt voor in het zuidoostelijk deel van het Zwin op de hogere ruggen en op de oeverwallen van krekken. De aanvoer van zand heeft in de schorren voor een sterke overheersing van Strandkweek gezorgd. Alleen bij springtij wordt de gemeenschap gedurende een korte periode overstroomd.

## 7 Vegetaties van vloedmerken

De vegetatie bestaat voornamelijk uit Rood guichelheil (*Anagalis arvensis*), Hertshoorweegbree (*Plantago coronopus*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*), Zandzegge (*Carex arenaria*) en Strandmelde (*Atriplex prostrata*), vaak gemengd met typische schorplanten zoals Melkkruid (*Glaux maritima*) en Schorrekruid (*Suaeda maritima*) en ruigteplanten zoals Kleine brandnetel (*Urtica urens*), Kromhals (*Lycopsis arvensis*), Speerdistel (*Cirsium vulgare*) en Akkerdistel (*Cirsium arvense*). In de kale open plekken die in deze vegetatie voorkomen vestigt zich vaak Loogkruid (*Salsola kali*).

De vegetatie beperkt zich meestal tot lintvormige stroken en is in het Zwin optimaal ontwikkeld aan de monding van de Zwingeuul, op de overgang tussen duinen en schorren. Een sterke uitloging van het zoute water door neerslag treedt hier op. Het optreden van Akkerdistel wijst op een sterke verrijking met stikstof, voornamelijk afkomstig van aangespoeld organisch materiaal dat door zand wordt overstoven.

Een variant van deze vegetatie met voornamelijk Zeekamille (*Matricaria maritima*), Strandmelde (*Atriplex prostrata*), Spiesmelde (*Atriplex prostrata*) en Varkensgras (*Polygonum aviculare*) komt voornamelijk voor nabij de ingang van het reservaat vlakbij de oude duinen. Hier kunnen bij springvloed dikke pakketten van ruim 5 cm organisch materiaal worden afgezet. Verrijking met stikstof gebeurt hier door de aanwezigheid van Grauwe ganzen. Het vloedmerk wordt hier niet door zand overstoven.

### **Flora van het Zwin**

In het Zwin komen voor België een reeks bijzondere plantensoorten voor. Dit heeft te maken met de zeldzaamheid van het biotoop zelf in België. In totaal werden 59 soorten in het gebied geïnventariseerd. Hierna geven we een lijst van planten die voor België als bijzonder kunnen beschouwd worden. De zeldzaamheidsklassen zijn gebaseerd op de indeling van Stieperaere en Franssen (1982).

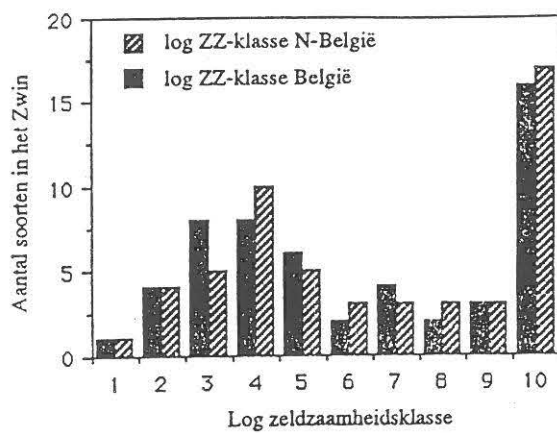
Tabel B 1.1 In België zeldzame plantesoorten, voorkomend in het Zwin

Soort Nederlandse naam	Latijnse naam	Zeldzaamheidsklasse
Helm	<i>Ammophila arenaria</i>	5
Engels gras	<i>Armeria maritima</i>	3
Zeealsem	<i>Artemisia maritima</i>	3
Zeeaster	<i>Aster tripolium</i>	5
Strandmelde	<i>Atriplex littoralis</i>	4
Zilte zegge	<i>Carex distans</i>	5
Kwelderzegge	<i>Carex extensa</i>	2
Strandduizendguldenkruid	<i>Centaurium minus</i>	3
Strandkweek	<i>Elymus athericus</i>	5
Melkkruid	<i>Glaux maritima</i>	5
Gesteelde zoutmelde	<i>Halimione pedunculata</i>	1
Zilte rus	<i>Juncus gerardii</i>	5
Zeerus	<i>Juncus maritimus</i>	3
Lamsoor	<i>Limonium vulgare</i>	2
Kromhals	<i>Lycopsis arvensis</i>	7
Zeekamille	<i>Matricaria maritima</i>	4
Zilt torkruid	<i>Oenanthe lachenalii</i>	3
Dunstaart	<i>Parapholis strigosa</i>	2
Hertshoornweegbree	<i>Plantago cornopus</i>	6
Zeeweegbree	<i>Plantago maritima</i>	3
Stomp kweldergras	<i>Puccinellia distans</i>	6
Gewoon kweldergras	<i>Puccinellia maritima</i>	4
Zeevetmuur	<i>Sagina maritima</i>	2
Kortarige zeekraal	<i>Salicornia europaea</i>	4
Loogkruid	<i>Salsola kali</i>	4
Heen	<i>Scirpus maritimus</i>	7
Driebloemige nachtschade	<i>Solanum triflorum</i>	3
Engels slijkgras	<i>Spartina townsendii</i>	3
Gerande schijnspurrie	<i>Spergularia maritima</i>	4
Zilte schijnspurrie	<i>Spergularia marina</i>	5
Schorrekruid	<i>Suaeda maritima</i>	4
Schorrezoutgras	<i>Triglochin maritimum</i>	4

De meest zeldzame soort voor België die in het Zwin voorkomt, is de Gesteelde zoutmelde (*Halimione pedunculata*).

Het histogram in figuur B 1 geeft een beeld van het aantal soorten dat voorkomt in het Zwin in functie van de logaritmische zeldzaamheidsklassen van Noord-België en België. Uit deze grafiek blijkt dat de meeste soorten die in het Zwin voorkomen tot de zeldzaamheidsklassen 3 en 4 behoren. De soorten die voorkomen in de zeldzaamheidsklasse 1 tot 7 mogen als zeldzaam voor België worden beschouwd. De soorten in klasse 10 zijn niet zeldzaam.

Samenvattend kan gezegd worden dat 17 soorten op een totaal van 59 geïnventariseerde soorten, vrij zeldzaam tot zeer zeldzaam zijn in het Zwin, wat neerkomt op ongeveer 30% van het aantal soorten.



**Figuur B 1.1** Histogram van het aantal soorten in het Zwin in functie van de logaritmische zeldzaamheidsklassen van N-België en België.



Vergelijking vegetatieomschrijving verschillende vegetatiekarteringen

Bij het opmaken van de vegetatiekaarten van het Zwin werden door de verschillende opstellers, verschillende methoden gebruikt. De omschrijving van de vegetatietypen gebruikt voor het opstellen van de vegetatiekaart, opgemaakt in opdracht van Rijkswaterstaat (1986), werd uitgevoerd op basis van de Braun-Blanquet-methode, gecombineerd met luchtfotokartering. Eurosense (1987-1993) ging voornamelijk te werk op basis van kleurverschillen in de vegetatie die merkbaar waren op zeer gedetailleerde luchtfoto's. De indeling die Van den Balck (1994) gebruikt, zijn bekomen op basis van de Braun-Blanquet-methode, in combinatie met een classificatie met de Twinspan-methode. In plaats van een gewone nummering van 1 tot 10, zoals Van den Balck deed, hebben we aanverwante vegetatietypen aangeduid met een cijfer en een letter. De vegetatieomschrijving bij de kartering uitgevoerd door Jansen in 1979, in opdracht van de Stichting Het Zeeuwse Landschap, komt in grote lijnen overeen met deze gebruikt door Van den Balck.

Op basis van de beschrijving en de kensoorten die zijn aangegeven per vegetatie van de verschillende karteringen, is een vergelijkende tabel opgesteld. Dit is belangrijk om in een later stadium een vergelijking en ontwikkeling van oppervlakte-inname op te kunnen stellen.

Tabel B 3.1    Vergelijking aanduiding vegetatietypen diverse vegetatiekarteringen

Eigen indeling op basis van Van den Balck (1994)	Eurosense (1993)	Rijkswaterstaat (1986)	Stichting Zeeuws Landschap (1979)
1a	2a	2	A
1b	3 + 3a + 3b	3 + 4	A
2	4 + 6 + 6a + 6b + 6c + 6d + 6e	6 + 7	C2
3a + 3b	5 + 5a + 5b	5	C1
4	7 + 7a + 7b + 7c + 8 + 8a + 8b	8	
5	9a + 9b + 9c	9 + 10	D2
6a		12	
6b			D2
6c		11	D2
6d	9	13	D1
6e		14	
		15	
		16	
7	10 + 10a	17	E + F

Relatie tussen vegetatie en abiotische factoren

Aan de hand van hoogtemetingen en fysisch-chemische bodemanalyses (Van den Balck, 1994) kan voor de beschreven vegetatietypen een tabel opgesteld worden, die een overzicht geeft van de ecologische standplaatsvereisten van deze vegetatietypen (zie tabel 3.1). Wanneer we de standplaatshoogte per vegetatietype, bekomen aan de hand van hoogtemetingen voor 76 vegetatieopnamen uitgevoerd door Van den Balck (1994), uitzetten naast de gemiddelde getijdecurven (figuur 3.1), kunnen gemakkelijk de gemiddelde overstromingsduur van deze vegetatietypen afgelezen

worden. Op deze manier kan een voorspelling gemaakt worden van de te verwachten oppervlakte per vegetatietype bij eventuele ontpoldering en/of afgraving van schordelen.

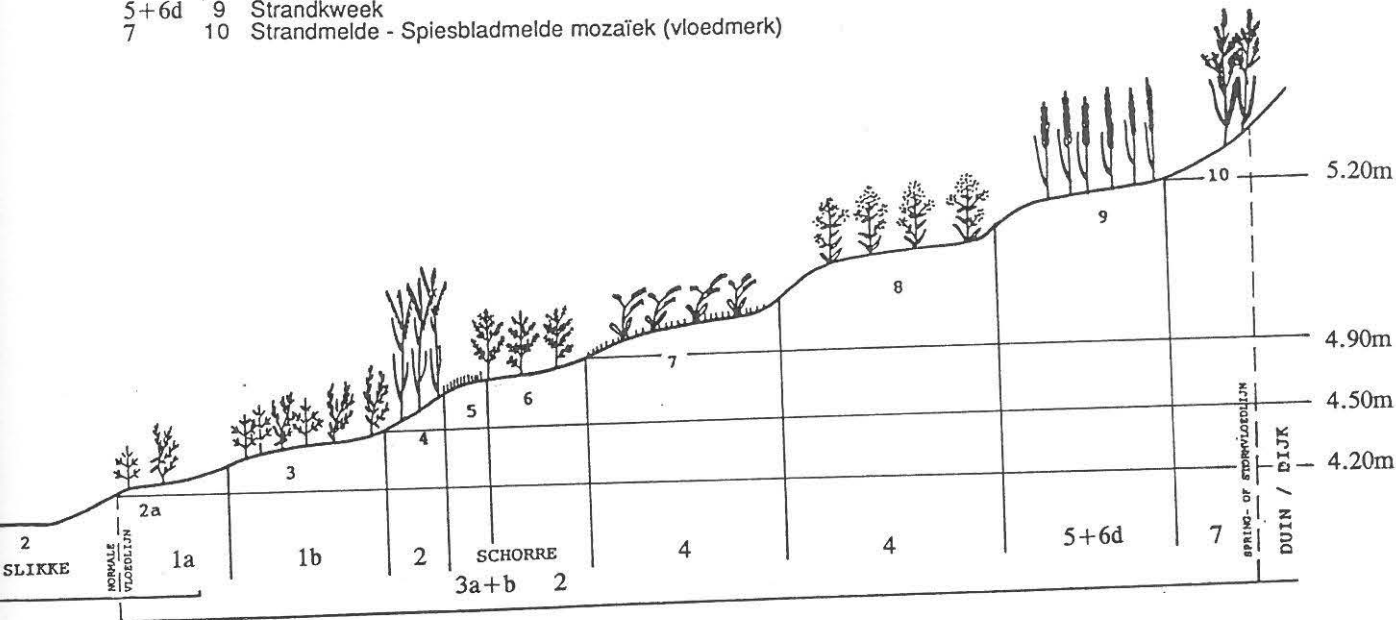
De pioniervegetatie op slikken met Kortarige zeekraal als kensoort, bevindt zich op de laagste gronden met het hoogste zoutgehalte. De overstromingsduur van deze vegetatie is ook het langst met een gemiddelde van 1 uur en 15 minuten per getijde voor de laagst gelegen gebieden waar deze vegetatie voorkomt. De vegetatie van groep 6d waarbij Strandkweek als dominante soort optreedt, heeft de hoogste ligging met een gemiddelde van 5.19 m. Overstroming vindt allen plaats bij hoge springvloedwaterstanden.

Alle tussenliggende vegetatietypen hebben slechts een zeer korte overstromingsduur of worden bij een gemiddeld springtij zelfs niet geïnundeerd zoals blijkt uit tabel B 3.3.

figuur B 3.1 Zonering vegetatietypen

eigen cl. cl. Eurosense

- |      |    |   |
|------|----|---|
|      | 2  | Slik  |
| 1a   | 2a | Slik met ijle begroeiing van Zeekraal en Klein Schorrekruid |
| 1b   | 3  | Zeekraal - Klein Schorrekruid mozaïek                       |
| 2    | 4  | Engels Slijkgras  |
| 3a+b | 5  | Kweldergras   |
| 2    | 6  | Gewone Zoutmelde  |
| 4    | 7  | Lamsoor - Kweldergras mozaïek                               |
| 4    | 8  | Zeeaster  |
| 5+6d | 9  | Strandkweek   |
| 7    | 10 | Strandmelde - Spiesbladmelde mozaïek (vloedmerk)            |



Tabel B 3.3 Overstromingsduur en overstromingsfrequentie van de vegetatietypen

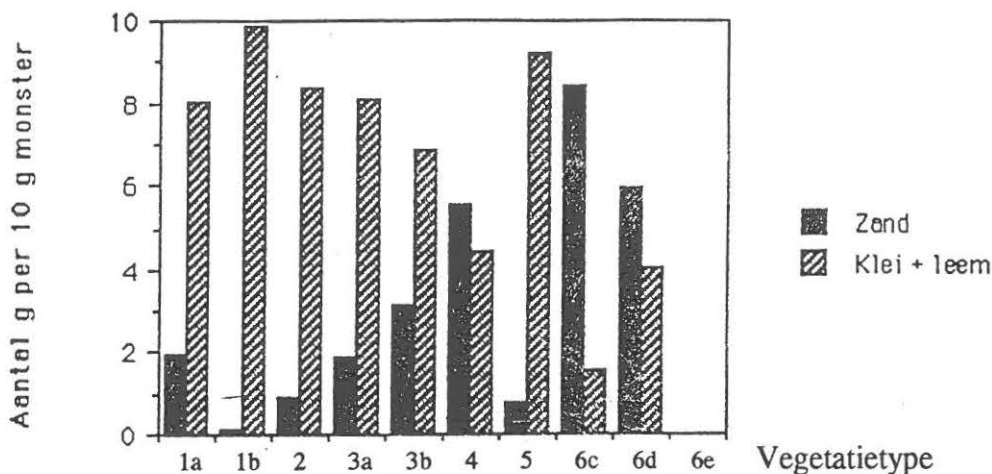
Vegetatietype	Hoogteligging	meter	Overstromings- duur in uur bij springtij	Overstromings- frequentie
1a	laagste ligging	4,187	2,15	
	hoogste ligging	4,561	0,50	
	gemiddelde hoogte	4,450	1,30	225
1b	gemiddelde hoogte	4,352	1,50	290
2	laagste ligging	4,472	1,30	
	hoogste ligging	4,780		
	gemiddelde hoogte	4,670		100
3a	laagste ligging	4,283	2,10	
	hoogste ligging	4,827		
	gemiddelde hoogte	4,740		82
3b	laagste ligging	4,765		
	hoogste ligging	4,867		
	gemiddelde hoogte	4,820		52
4	laagste ligging	4,924		
	hoogste ligging	4,980		
	gemiddelde hoogte	4,940		
5	laagste ligging	4,687	0,20	
	hoogste ligging	4,720		
	gemiddelde hoogte	4,700		90
6c	laagste ligging	4,959		
	hoogste ligging	5,281		
	gemiddelde hoogte	5,110		
6d	laagste ligging	4,722		
	hoogste ligging	5,658		
	gemiddelde hoogte	5,190		
6e	laagste ligging	4,815		
	hoogste ligging	5,005		
	gemiddelde hoogte	4,920		

Het zoutgehalte van de bodem staat in directe relatie tot de hoogte van de schorren. De vegetatietypen gelegen tussen de twee uiterste hoogten, zijn te beschouwen als hoogtesuccessiestadia van schorren.

De pH-waarden van de bodem, gemeten in de verschillende vegetatiezones, verschillen onderling weinig van elkaar. Hier kan wel een verband gelegd worden met het organisch gehalte in de bodem. Hoe hoger dit organisch gehalte, hoe lager de pH-waarde van de bodem. Dit is duidelijk merkbaar bij vegetatietype 5 waar hoge organische gehalten werden gemeten en lage pH-waarden, terwijl bij vegetatietypen 6c en 6d het omgekeerde het geval was.



Wanneer we de bodemtextuur bekijken valt op dat de hoogste kleigehalten zich bevinden in de laagst gelegen schordelen (vegetatiegroepen 1a en b, 2, 3a en b). Hier kunnen we een verband leggen met de vegetatiestructuur. In de hoger gelegen kreken waar er trage stroomsnelheden heersen kan klei gemakkelijk bezinken. Hierlangs bevinden zich de vegetatiegroepen 1a en b, en 2. Het hoog kleigehalte in vegetatietype 5 wordt veroorzaakt door de dichte begroeiing waardoor de stroomsnelheid wordt afgezwakt en kleideeltjes kunnen bezinken. Hoe hoger een schor ligt, des te hoger is de verhouding zand in de bodem. Dit is te vergelijken met een oeverwallensysteem waarbij het grofkorrelige en zwaardere zand zodra de stroomsnelheid afneemt, direct kan bezinken en zich vastzetten, dit in tegenstelling tot de kleine klei- en leemdeeltjes die veel langer in suspensie blijven.



Figuur B 3.2 verhouding zand/klei per vegetatietype

Tevens is er een relatie te leggen met het zandgehalte in de bodem en de verdichting ervan. Hoe hoger het percentage zand, hoe dichter de bodem. Dit betekent ook dat eens het zand zich tussen de vegetatie op de hogere delen heeft vastgezet, het zich vrijwel niet meer zal verplaatsen bij hoge springvloed.

#### Invloed van stikstof en fosfor op de vegetatie

De invloed van stikstof en fosfor op de vegetatie werd onder andere onderzocht op de schorren van de Waddeneilanden (Bakker 1989). Een verhoogde aanvoer van stikstof naar de schorren leidde tot een toename van de biomassaproductie van schorplanten. Fosfor alleen heeft echter geen invloed hierop. Door de verhoging van stikstof gaan ook nitrofiële soorten de schorvegetatie domineren. Een sterke toename van o.a. Strandkweek (*Elymus athericus*) en Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) werd vastgesteld. Vermits van nature Strandkweek in staat is zich snel uit te breiden op de hoge schorren waar dood plantenmateriaal aanspoelt, zal een verhoging van stikstof in het water een dubbel effect teweeg brengen op deze vegetatie door de verhoogde biomassa en strooiselproductie. Deze vegetatie remt sterk de stroomsnelheid af en verhoogt hierdoor de vastlegging van zand en slibdeeltjes op de hogere schorren. Bovendien zal bij een verdere ophoging van de schorren en vloedmerkzone die ontstaat bij springvloed, sterk toenemen. Door de geringe overspoelingsduur en hoogte zal het drijvend organisch materiaal zich over een veel grotere opper-

vlakke van het schor verspreiden dan hetgeen het geval is bij laag gelegen schorren waar dit materiaal worden samengedreven door stromingen en wind tot een beperkte smalle band.

Bij een beheer van "niets doen" leidt dit proces verder tot het versneld ophogen van het schorregebied tot een niveau waarbij de schorren alleen bij zeer hoge springvloeden overstromen.

### **Relatie tussen vegetatie en beheersmaatregelen**

In combinatie met andere maatregelen om de verzanding van het Zwin te stoppen of sterk af te remmen, kan ook begrazing van de schorren met grote of kleine grazers (runderen of schapen) een belangrijke positieve bijdrage leveren. Tot 1947 was er, weliswaar met tussenpozen, begrazing van de schorren door schapen. In 1982 werd de begrazing van de Internationale dijk terug opgestart met schapen.

Begrazing van de schorvegetatie leidt tot een verkleining van de biomassa. Middelhoge schorvegetatietypen veranderen in lage vegetatietypen. Hierdoor verhoogt de kans dat andere planten zich in de vegetatie vestigen waardoor een verhoging van de diversiteit ontstaat. Dit heeft ook een gunstig effect op de overstroombaarheid van en de zandafzetting op het schor. De stroomsnelheden worden minder afgezwakt door de hoge Strandkweekvegetaties zodat slib en zand dat in suspensie in het vloedwater is, minder kans tot bezinken krijgt. Een korte vegetatie komt ook ten goede van broedende steltlopers zoals Tureluur.

Begrazing moet gebeuren met een vrij lage begrazingsdruk. Algemeen wordt gesteld dat een begrazingsdruk van 2 GVE/3ha of 2 KVE/1ha de beste resultaten oplevert. Bij gebruik van rundvee kan enkel een seizoensbegrazing worden toegepast (mei-oktober) gezien de beperkte oppervlakte van het schor en het verhoogde risico voor stormspringvloeden tijdens de winter. Gewone zoutmelde verdraagt vertrapping door vee slecht waardoor deze in de hand kan worden gehouden. De plant zelf wordt niet gegeten. In de tredgaten kunnen zich interessantere soorten vestigen zoals Kortarige zeekraal en Schorrekruid.

Maaien geeft in schorvegetaties minder goede resultaten wat betreft verhoging van de diversiteit. In sommige gevallen kan zelfs dominantie optreden van bijvoorbeeld Rood zwenkgras. Ook kunnen de mozaïekvegetaties die typisch zijn voor begrazing, door maaien niet verkregen worden daar de handeling steeds in eenmaal over een grotere oppervlakte gebeurt.

Voor het onderdrukken van Gewone zoutmelde is maaien wel een goede beheersmaatregel. Indien een herfstmaaibeurt wordt uitgevoerd kan de vegetatiebedekking al na één maaibeurt tot 10 % gereduceerd worden. Ook Strandkweek kan door eind augustus te maaien eveneens sterk onderdrukt worden. In deze vegetaties moet echter een combinatie met begrazen plaatsvinden om vergrassing door Rood zwenkgras te vermijden. Strandkweek wordt goed door rundvee gegeten. Schapen eten enkel de groene plantedelen. Strandkweekvegetaties ontwikkelen zich na enkele jaren begrazing naar meer soortenrijke vegetaties van het Zeerus-Zilt torkruid-type (*Juncus maritimus*-*Oenanthe lachenalii*) waarbij soorten als Lamsoor, Gewoon kweldergras, Zilte- en Gerande schijnspurrie, Zilte rus, Zeeweegbree, Engels gras en Zilte zegge zich kunnen vestigen.

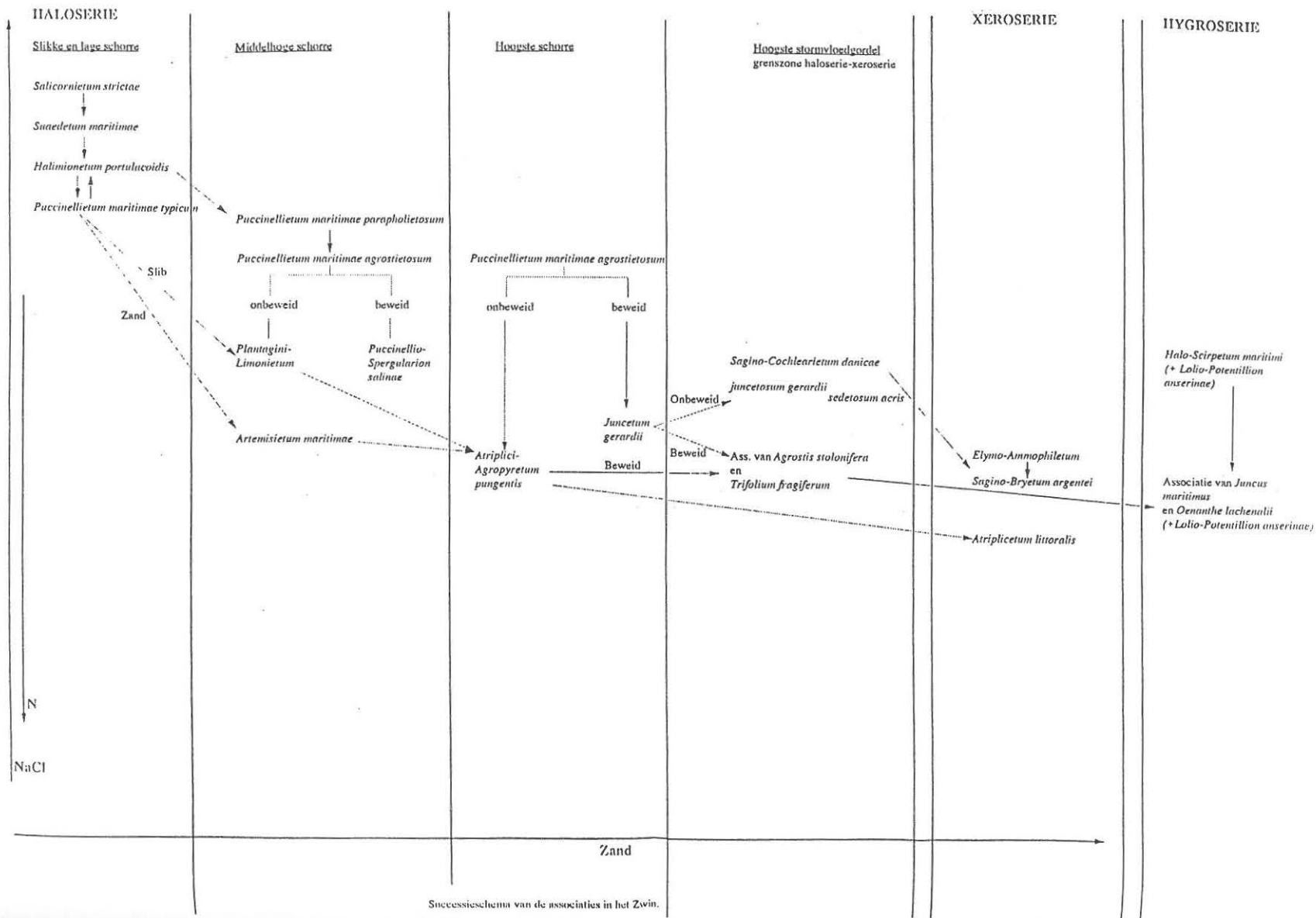
Vanuit praktische oogpunt en omwille van de kansrijkdom is het begrazen van de schorren het meest gewenst op de hoogste, opgeslibde gronden ten westen van de Zwinvlakte tegen de Zwingeuil aan. Hier liggen de gronden hoger dan het gemiddelde hoogwaterpeil, zodat enkel bij hoge springvloed een andere plaats voor de dieren moet gezocht worden.

### Successie

De voornaamste ecologische factoren die in schorrengebieden de vegetatiesuccessie bepalen zijn hoogte, verzanding, zout- en stikstofgehalte in de bodem en begrazing. Afgraven van schordelen leidt tot regressie terwijl het opwerpen van dijkes en heuvels een versnelde successie teweegbrengt. Begrazing van de vegetatie heeft tot gevolg dat een mozaïekpatroon van vegetaties ontstaat. Vooral de hoogteligging en daaraan gekoppeld de overstromingsfrequentie en -duur, zijn in schorrengebieden bepalend voor de vegetatie. De vegetatie van het Zwin ontwikkelt zich door een toegenomen verzanding, een dreigende afsnoering van de open verbinding met de zee en een gebrek aan een aangepast beheer, naar een monotone en soortenarme strandkweektype kenmerkend voor de hoge schorren.

Van den Balck (1994) stelde voor het Zwin het successieschema op zoals weergegeven in figuur B 3.3.

Bij een verdere verzanding van de Zwingeuil en een ophoging van de Zwinvlakte ontstaat door successie een ander biotoop. Vrij snel vindt op de hoogste delen van de schorren struweelvorming plaats met Gewone vlier (*Sambucus nigra*) en Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) terwijl andere schorgedeelten zich door verdere ontzilting ontwikkelen tot een binnenduingebied.



Successieschema van de associaties in het Zwin.

Figuur B.3.3 Successieschema van de associaties in het Zwin



## Kwetsbaarheid van vegetaties en soorten

Slikken en schorren zijn over het algemeen zeer kwetsbare gebieden en herstellen zich slechts moeizaam. Ook de overgangsvegetaties aan de duinen en de schorren herstellen zich moeilijk na verstoring.

Soorten als Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*) en Lamsoor (*Limonium vulgare*) stellen zeer nauw omgrensde eisen aan hun standplaatsen, zoals een kleibodem, regelmatige overstroming en weinig betreding. Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) daarentegen heeft een brede ecologische amplitude en kan op diverse plaatsen massaal optreden, voornamelijk ten gevolge van verzanding. Planten uit de grensmilieus zoet-zout, zoals Zeevetmuur (*Sagina maritima*) en Dunstaart (*Parapholis strigosa*) hebben eveneens een specifiek milieu nodig namelijk een sterk wisselende, zandige en enigszins zilte bodem. Door de minste verstoring, bijvoorbeeld het wegvallen van begrazing, achterwege blijven van stormvloedoverstromingen of verzanding, kunnen deze milieus verdwijnen.

### Aantalsverloop per soort in het Zwin

De hierna genoemde aantallen hebben enkel betrekking tot de eigenlijk Zwin-vlakte waarbij het kunstmatig slik (M3) aan het begin van de wandeldijk, buiten beschouwing werd gelaten.

#### Bonte strandloper (*Calidris alpina*)

Tussen 1972 en 1978 varieerden de aantallen Bonte strandlopers die in het Zwin foerageerden tussen 150 en 600 exemplaren. In 1979 werd een neergaande trend ingezet toen het aantal verminderde tot 110 stuks. Na 1979 gingen de aantallen nog verder achteruit zodat thans jaarlijks maximum een 25-tal exemplaren worden waargenomen. De IJzermonding, het Zeebrugse havengebied en het Zwin zijn langs de Belgische kust de belangrijkste doortrek- en overwinteringsgebieden. In 1977 werd langs de gehele Belgische kust een maximum van 703 exemplaren waargenomen. Het overgrote deel hiervan verbleef in het Zwin. In de brakwaterzone van het Benedenscheldegebied worden aantallen waargenomen tot 1.400 exemplaren. Ook in het Deltagebied is voor 1988 een sterke afname van deze soort geconstateerd. De Bonte strandlopers die we hier aantreffen zijn afkomstig uit de broedgebieden van Groenland en Siberië.

#### Krombekstrandloper (*Calidris ferruginea*)

Deze soort komt sinds begin de tachtiger jaren slechts nog zelden in aantal voor in het Zwin. Tussen 1972 en 1979 bedroeg het aantal exemplaren jaarlijks tussen 45 en 65. In 1995 was het maximum aantal geslonken tot 5. Het is een soort die in België steeds in klein aantal voorkomt tijdens de najaarstrek en vrijwel beperkt is tot de kustgebieden en de brakwatergebieden langs de Benedenschelde. De aantallen die voorkomen in de Benedenschelde zijn vergelijkbaar met deze van het Zwin, tot de tachtiger jaren.

#### Kleine strandloper (*Calidris minuta*)

Op 28 september 1976 bereikte het aantal Kleine strandlopers een maximum aantal met 101 exemplaren. Daarna is dit aantal jaarlijks afgenomen waardoor de laatste jaren slechts nog amper jaarlijks een 5-tal exemplaren voorkomen. In gebieden zoals de achterhaven van Zeebrugge worden wel nog hoge aantallen tot 100 exemplaren en meer waargenomen. De soort is niet echt gebonden aan de kustgebieden, maar is wel een soort die uitsluitend zijn voedsel zoekt op slikken, schaars begroeide slikterreinen en langs slikoevers.

#### Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*)

Het aantal pleisterende Bontbekplevieren in het Zwin bleef tot eind de tachtiger jaren vrij stabiel op ongeveer 200 exemplaren, met een maximum van 230 exemplaren op 3 augustus 1978. Daarna nam het aantal snel af zodat thans maximum een 20-tal exemplaren voorkomen. De Bontbekplevier trekt voornamelijk langs de kustlijn en de rivieren. De voornaamste pleisterplaatsen in België zijn dan ook langs de kust gelegen en in de Benedenschelde waar tot 400 exemplaren kunnen voorkomen.

### Rosse grutto (*Limosa lapponica*)

Tot voor 1990 kwamen in de Zwinvlakte jaarlijks tussen 40 en 60 exemplaren voor. Vanaf 1990 daalde dit aantal fors zodat tegenwoordig nog maar enkele exemplaren waargenomen worden. De soort komt voornamelijk voor in de getijdezones en foerageert bij voorkeur op het strand langs de vloedlijn. Het broedgebied van de Rosse grutto valt ongeveer samen met dit van de Bonte strandloper en is eveneens onderhevig aan sterke fluctuaties.

### Tureluur (*Tringa totanus*)

De Tureluur is in België een schaarse broedvogel die hoofdzakelijk voorkomt in de polders van de Oostkust en op de schorren en opgespoten terreinen langs de Benedenschelde. Begin de tachtiger jaren bedroeg het aantal broedparen in Vlaanderen ongeveer 200 waarvan 20 % voorkwam in het Zwin. Het broedbiotoop bestaat steeds uit natte terreinen met een vrij korte vegetatie en wordt vaak begraaasd door runderen.

De afname van het aantal broedparen in het Zwin verliep in verschillende stappen. In het begin van de zestiger jaren waren er nog ongeveer 60 broedparen. Tussen 1971 en 1983 schommelde dit aantal tussen 42 en 37 om vanaf 1984 te dalen naar een dieptepunt in 1987 van 11 broedparen. Daarna nam het aantal jaarlijks opnieuw toe waardoor in 1994 terug 36 paren tot broeden kwamen.

De achteruitgang is zeker te wijten aan een vermindering van geschikte broedbiotopen en door ophoging van de schorren en de daarmee gepaard gaande veranderingen in de vegetatiestructuur. Het herstel van de populatie wordt toegeschreven aan de beheersmaatregelen die worden uitgevoerd, waaronder het permanent inunderen van het westelijk schorrengebied de voornaamste maatregel is.

Tabel B 4.1 Resultaten hoogtemetingen Willem Leopoldpolder (Eurosense, 1995)

Coördinaten in Lambert		Hoogteligging
X	Y	(m TAW) (1)
79803,379	227904,946	4,307
79812,120	227648,151	3,912
80021,569	227648,199	3,773
80234,920	227700,467	3,462
80375,977	227767,341	4,525
80637,469	227798,961	3,508
80718,382	227791,863	3,607
80139,162	227557,654	3,317
80235,433	227496,665	3,814
80466,413	227428,038	4,692
80688,348	227524,863	3,035
80169,881	227247,495	3,823
80246,017	227032,747	4,665
80228,242	226927,891	4,024
80539,435	227095,447	2,944
80866,656	227158,491	6,617
80349,625	226638,235	2,564
80541,949	226738,761	3,472
80692,421	226823,590	4,082
80715,173	227050,276	3,613
80736,785	226659,979	3,874
80676,997	226596,804	3,933
81129,735	226867,671	2,574
80468,250	226358,768	2,536
80694,666	226368,576	4,263
81131,975	226465,199	4,126
80301,535	226225,646	3,339
81057,239	226208,814	3,958
80768,516	226082,694	4,946
80940,232	225990,083	4,237
80239,025	225520,990	1,958
80606,736	225753,668	2,579
80838,080	225767,702	4,457
80525,432	225646,150	3,216
81154,432	226138,309	4,038
81234,903	225755,562	4,118

(1): TAW = NAP + 2,4 m



**Scenario KBI**

Tabel B 5.1 Te verwachten netto zandtransport op basis van de modelberekeningen (toestand 16) van WL Borgerhout voor het scenario KBI (Variant M5-M6): Vergroten van de komberging door het af- en uitgraven van hogere delen binnen het huidige natuurgebied (resultaten van berekeningen bij gemiddeld springtij)

Sectie	Uitgangssituatie 1990	Scenario KBI Variant M5-M6
Hoofdgeul		
3	-4,804	-13,128
4	-0,091	-0,782
5	-0,072	-0,398
6 <-> B	-0,086	-0,953
7	0,245	-0,028
8	-0,122	-1,963
9	0,320	0,131
10	0,261	-0,689
11	0,165	-2,520
12	0,230	0,040
13	0,222	-0,286
14	0,118	-1,798
15 <-> D	0,063	-1,203
16	0,068	-0,419
17	0,074	-0,611
40 <-> E	0,031	-0,061
41 <-> F	0,019	-0,094
42	0,006	-0,096
43	0,001	0,011
Geul B		
19	0,014	-0,049
20	0,020	-0,034
21	0,018	0,017
22	0,011	0,021
23	0,006	0,018
24	0,002	0,015
Geul D		
27 <-> polder	-0,101	-0,075
28	-0,002	-0,001
29	0,012	0,013
30	0,020	0,021
31	0,026	0,026
32	0,028	0,028
33	0,029	0,029
34	0,028	0,028
35	0,026	0,026
36	0,021	0,021
37	0,014	0,014
38	0,005	0,005

Geul E		
44	0,051	0,019
45	0,034	0,038
46	0,012	0,013
Geul F		
41	0,015	-0,023
47	0,010	0,020
Geul M2-M5-M6		
48		-0,243
49		-0,118
50		0,046
51		0,136
52		0,049
53		0,012
54		0,007
55		0,052
56		0,128
57		0,271
58		0,096
59		0,041
60		0,021
61		0,009
62		0,003

## Scenario's KBE en ESP

Tabel B 5.2 Te verwachten netto opwaarts zandtransport (in m<sup>3</sup>/gem. springtij) op basis van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van de scenario's KBE: Vergroten van de komberging door het ontpolderen van de Willem Leopoldpolder en ESP: Extra spuiwerking

Sectie		Uitgangssi- tuatie	Variant (toestand)				
		T1991	KBE-100 (T19)	KBE-50 (T20)	KBE-25 (T21)	ESP-a	ESP-b
Hoofdgeul							
3		-1,429	-3,663	-3,975	-3,813	-3.307	-19,090
4		-0,821	-2,659	-2,707	-2,663	-0,520	-8,234
5		-0,404	-1,120	-1,182	-1,166	-2,200	-6,780
6	<-> B	-0,547	-0,776	-0,838	-0,850	-1,429	-7,531
7		0,060	-0,241	-0,284	-0,293	-0,801	-4,845
8		0,035	-0,379	-0,443	-0,460	-1,105	-6,431
9		0,056	-0,350	-0,379	-0,369	-0,179	-4,117
10		-0,421	-1,665	-1,696	-1,678	-0,285	-6,288
11		-0,815	-1,170	-1,273	-1,106	-0,177	-7,709
12		0,061	-0,630	-0,658	-0,615	-1,362	-4,363
13		0,020	-1,041	-1,065	-1,002	-2,267	-4,883
14		-0,876	-3,191	-3,206	-3,105	-0,265	-6,594
15	<-> D	0,013	-0,014	0,008	0,010	0,017	0,003
16		0,027	0,013	0,016	0,021	0,035	0,005
17		0,028	0,014	0,018	0,022	0,036	0,003
40	<-> E	0,012	0,005	0,007	0,009	0,015	0,001
41	<-> F	0,008	0,003	0,004	0,005	0,009	0,001
41		0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,000
43		0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0.000
Geul B							
19		0,008	0,010	0,009	0,009	0,009	0,005
20		0,016	0,017	0,017	0,016	0,017	0,018
21		0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,019
22		0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,014
23		0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,011
24		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
Geul D							
27	<-> polder	0,024	0,003	0,005	0,000	0,043	0,013
28		0,030	0,002	0,003	0,005	0,030	0,017
29		0,033	0,001	0,003	0,003	0,029	0,022
30		0,035	0,001	0,002	0,003	0,027	0,026
31		0,036	0,001	0,002	0,002	0,025	0,028
32		0,036	0,001	0,001	0,001	0,023	0,028
33		0,034	0,001	0,001	0,001	0,018	0,027
34		0,031	0,000	0,001	0,001	0,015	0,025
35		0,026	0,000	0,001	0,000	0,011	0,021
36		0,019	0,000	0,000	0,000	0,007	0,015
37		0,011	0,000	0,000	0,000	0,004	0,009
38		0,004	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003

Sectie	Uitgangssi- tuatie	Variant (toestand)				
	T1991	KBE-100 (T19)	KBE-50 (T20)	KBE-25 (T21)	ESP-a	ESP-b
Geul E						
44	0,013	0,013	0,018	0,025	0,021	0,002
45	0,014	0,011	0,013	0,016	0,016	0,001
46	0,005	0,004	0,004	0,006	0,006	0,000
Geul F						
41	0,005	0,006	0,007	0,009	0,005	0,001
47	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000
Polder						
63		0,486	0,447	0,415		
64		0,361	0,328	0,300		
65		0,424	0,341	0,230		
66		0,198	0,118	0,037		
67		0,129	0,056	0,009		
68		0,240	0,070	0		
69		0,077	0,016			
70		0,063	0,011			
71		0,037	0,003			
72		0,033	0,001			
73		0,019	0			
74		0,021				
75		0,018				
76		0,016				
77		0,009				
78		0,035				
79		0,008				
80		0				



## Natuurwaarden van Willem Leopoldpolder

## Vegetatie en flora

Door de bouw van de Internationale dijk in 1873 werd een deel van de Zwingeul afgesneden en het omliggende schorrengebied ingepolderd en omgedoopt in de Willem Leopoldpolder. Het was de laatste grote inpoldering die plaatsvond in België. De Dievegatkreek of Nieuwe Watergang vormde vóór de indijking de meest landinwaarts gelegen geul van het toenmalig Zwin-estuarium. Het verloop van de vroegere Zwingeul is landinwaarts tot ver voorbij Retranchement nog gemakkelijk te herkennen onder de vorm van een langgerekte depressie in het landschap. Het overgrote deel van de polder werd omgezet in akkerland en heeft een zeer geringe biologische waarde. Graslanden zijn beperkt tot de dieper gelegen kreekranden. Verspreid werden enkele bosjes aangeplant.

De natuurwaarden van de Willem Leopoldpolder bevinden zich hoofdzakelijk in de depressie van de Dievegatkreek/Nieuwe watergang. Door het jonge inpolderingsstadium (in 1873 ingepolderd) komen hier nog vrij veel zilte elementen tot uiting in de graslanden die palen aan de oude kreek. De graslanden zijn op te delen in de volgende vier categorieën;

- soortenrijke, al dan niet reliëfrijke graslanden met zilte elementen; als zilte elementen komen onder andere voor : Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*), Lamsoor (*Limonium vulgare*), Schorrekruid (*Suaeda maritima*), Zilt torkruid (*Oenantho lachenalii*), Spiesmelde (*Atriplex prostrata*) en Melkkruis (*Glaux maritima*).
- graslanden met elementen van soortenrijke graslanden in de randen;
- graslanden met elementen van soortenrijke graslanden verspreid over het grasland;
- soortenrijke graslanden met het voorkomen van zoetwaterlenzen en/of kalkrijke kwel; kenmerkend zijn Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*) en Addertong (*Ophioglossum vulgatum*). De graslanden zijn bovendien zeer gradiëntrijk met veel zout-zoet en droog-nat overgangen.

Als zilte elementen komen onder andere voor : Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*), Lamsoor (*Limonium vulgare*), Schorrekruid (*Suaeda maritima*), Zilt torkruid (*Oenantho lachenalii*), Spiesmelde (*Atriplex prostrata*) en Melkkruis (*Glaux maritima*). Deze vegetaties staan echter onder sterke druk door overbemesting en bodemdegradatie veroorzaakt door zware landbouwvoertuigen.

Bijzonder zijn de graslanden waar zout en zoet water zich scheiden en waar zich zoetwaterlenzen vormen op het zoute, diepere water, vaak mee beïnvloed door basenrijk grondwater. Hier komen soorten voor die thuishoren in alkalische laagveenmoerassen en jonge duinvalleien ontstaan door afsnoering van strandvlakten of afsluiting van de open verbinding met de zee. Kenmerkend zijn Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*) en Addertong (*Ophioglossum vulgatum*). De graslanden zijn bovendien zeer gradiëntrijk met veel zout-zoet en droog-nat overgangen. De vegetatie kan gerekend worden tot het *Lolio-Potentillion anserinae* met onder meer Zilver-schoon (*Potentilla anserina*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Zeebies (*Scirpus maritimus*), Watermunt (*Mentha aquatica*), Hopklaver (*Medicago lupulina*), Aardbeiklaver (*Trifolium fragiferum*), Zomprus (*Juncus articulatus*) en Heelblaadjes (*Pulicaria dysenterica*).

De graslanden met elementen van soortenrijke graslanden in de randen zijn vrijwel allemaal soortenarm en behoren tot het Engels raaigras-type.

In de Dievegatkreek is een brede rietkraag tot ontwikkeling gekomen, die echter sterk aan verruiging onderhevig is. Vooral langs de noordoost-zijde nemen ruigtekruiden als Harig wilgeroosje (*Epilobium hirsutum*), Grote brandnetel (*Urtica dioica*) en Akkerdistel (*Cirsium arvense*) stilaan een dominerende positie in. Zilte elementen zijn onder de vorm van Zilt torkruid (*Oenanthe lachenalii*) en Zeebies of Heen (*Scirpus maritimus*) die lokaal, waar het riet minder dominant is, aanwezig zijn, terug te vinden. Hier groeien ook Koninginnekruid (*Eupatorium cannabinum*), Watermunt (*Mentha aquatica*) en Heelblaadjes (*Pulicaria dysenterica*).

Langs de Nieuwe Watergang is over de volledige lengte een smalle zone met trapgaten van vee (bulten-slenkenpatroon) aanwezig. In deze zone komt Zilt torkruid (*Oenanthe lachenalii*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en Zilte rus (*Juncus maritima*) voor. Moeraszoutgras (*Triglochin palustre*) groeit op de bulten, terwijl lokaal Valse voszegge (*Carex otrubae*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) in de tredgaten voorkomt. De taluds zijn begroeid met Aardbeiklaver (*Trifolium fragiferum*), Veldgerst (*Hordeum secalinum*), Timoteegras (*Phleum pratense*) en Kamgras (*Cynosurus cristatus*).

De veedrinkputten in het gebied hebben slecht ontwikkelde watervegetaties. Slechts in één put werd Zannichellia (*Zannichellia palustris*) gevonden. Langs de oevers komen vegetaties voor die variëren van zoet naar zout, begraasd-onbegraasd, met als belangrijkste soorten Waterbies (*Eleocharis palustris*), Waterereprijs (*Veronica anagalis-aquatica*), Ruwe bies (*Scirpus tabernaemontani*), Perzikkruid (*Polygonum persicaria*), Kweek (*Elymus repens*), Ruige zegge (*Carex hirta*), Zilte rus (*Juncus gerardii*), Geknikte vossestaart (*Alopecurus geniculatus*), Fioringras (*Agrostis stolonifera*), Zilte greppelrus (*Juncus ambiguus*), Waterrus (*Juncus articulatus*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Riet (*Phragmites australis*), Watermunt (*Mentha aquatica*), Grote weegbree (*Plantago major*) en Zeerus (*Juncus maritimus*) bezitten.

De bosjes die zich in de polder bevinden zijn alle van recente oorsprong en vertegenwoordigen voor het ogenblik nog geen bijzondere natuurwaarden. Ze werden voornamelijk in functie van de jacht, aangeplant met diverse loofhoutsoorten waaronder veel Gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*).

In de Dievegatkreek is een brede rietkraag tot ontwikkeling gekomen, die echter sterk aan verruiging onderhevig is. Zilte elementen zijn onder de vorm van Zilt torkruid (*Oenanthe lachenalii*) en Zeebies of Heen (*Scirpus maritimus*) die lokaal, waar het riet minder dominant is, aanwezig zijn, terug te vinden.

Langs de Nieuwe Watergang is over de volledige lengte een smalle zone met trapgaten van vee (bulten-slenkenpatroon) aanwezig. In deze zone komt Zilt torkruid (*Oenanthe lachenalii*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en Zilte rus (*Juncus maritima*) voor.

#### **Avifaunistische waarden**

De Willem Leopoldpolder vervult voornamelijk in de wintermaanden een belangrijke functie als overwinterings- en foerageergebied voor grote aantallen ganzen. Deze foerageren voornamelijk op de akkers met wintertarwe, in mindere mate op de graslanden. Vooral de Rietgans (*Anser fabalis*) foerageert soms in grote aantallen in dit gebied. In strenge winters kan dit oplopen tot meer dan 1.000 exemplaren. Omwille van deze aantallen is de polder samen met het Zwin aangeduid als RAMSAR-gebied en Vogelrichtlijngebied. In zachte winters loopt dit aantal terug tot ongeveer een 20-tal vogels. Naast Rietgans pleisteren,

vooral in het voorjaar tijdens de terugtrek, ook Kleine rietganzen (*Anser brachyrhynchus*) in dit gebied. Van deze soort kunnen tot 300 exemplaren in de polder voorkomen. Andere belangrijke overwinterende soorten zijn Brandgans (*Branta leucopsis*) waarvan de aantallen kunnen schommelen tussen 250 en 1.500 exemplaren, afhankelijk van de weersomstandigheden en Kleine zwaan (*Cygnus bewickii*) die tot maximum 20 exemplaren in de polder kan voorkomen (mond. med. G. Burggraave). Voor eenden zoals Smient (*Anas penelope*) is de polder minder belangrijk.

De laatste jaren worden de overwinterende ganzen echter sterk verstoord door gerichte actie van plaatselijk landbouwers om wildschade te beperken. Door het plaatsen van kanonnetjes is er vrijwel een permanente verstoring tijdens de perioden dat de ganzen in en rond het gebied aanwezig zijn.

De diepere oude kleiputten langs de Burkeldijk en ter hoogte van het voormalig Fort Isabella, fungeren als pleistergebied voor verschillende eendachtigen waaronder Kuifeend, Tafeleend (*Aythya ferina*), Toppereend (*Aythya marila*), Nonnetje (*Mergus albellus*), Krakeend (*Anas strepera*), Slobeend (*Spatula clypeata*), Wintertaling (*Anas crecca*), Smient (*Anas penelope*) en Kleine zwaan (*Cygnus bewickii*). De oevers van de kleiputten, de reliëfrijke graslanden en de natte terreintjes langs de Nieuwe Watergang en de Dievegatkreek worden opgezocht door verschillende steltlopers zoals Watersnip (*Gallinago gallinago*), Kemphaan (*Philomachus pugnax*) (tot enkele honderden exemplaren), Groenpootruiter (*Tringa nebularia*), Zwarte ruiter (*Tringa erythropus*), Tureluur (*Tringa totanus*), Oeverloper (*Tringa hypoleucos*), Grutto (*Limosa limosa*) en Kluut (*Recurvirostra avosetta*). De laatstgenoemde soort broedt sporadisch op de langs de Nieuwe Watergang gelegen slikjes. Bergeenden (*Tadorna tadorna*) broeden regelmatig in over het gebied verspreid liggende konijnepijpen.

Blauwe kiekendief (*Circus cyaneus*), Bruine kiekendief (*Circus aeruginosus*) en Velduil (*Asio flammeus*) hebben zowel in het winter- als zomerhalfjaar dit gebied als jachtterrein. Vooral voor Velduil is het aantal overwinterende exemplaren de laatste jaren afgenomen zodat thans nog slechts enkele exemplaren voorkomen.

#### **Overige faunistische waarden**

Een vermeldenswaardige soort die in 1995 in de Willem Leopoldpolder is waargenomen is de Boomkikker. In een zoetwaterpoel zijn hier acht roepende mannetjes waargenomen.

In de Dievegatkreek komt een nematode voor (*Diplolaimella dievengatensis*), die in België alleen hier is waargenomen. De soort komt in Nederland op meerdere plaatsen met brakwatermilieus voor.

Sterkteberekening Belgische duin voor het Zwin

De sterkteberekening is uitgevoerd door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zeeland.

### Lokatie

Als lokatie is uitgegaan van de geschatte zwakste doorsnede, die is afgeleid van de fotogrammetrische kartering van 13 april 1994. Deze kartering is opgenomen door "Eurosense Belfotop" en beschikbaar gesteld door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust. Het nulpunt is vastgelegd middels het coördinatenstelsel "Lambert '72" en heeft de positie  $x = 79200$  en  $y = 228900$  terwijl de raairichting  $10^\circ$  is.

### Randvoorwaarden

Voor de toegepaste randvoorwaarden is uitgegaan van de notities WWKZ-84.V319 en WWKZ-84.V416 van de voormalige Adviesdienst Vlissingen van Rijkswaterstaat. Voor de waterstanden is uitgegaan van de nieuwe basispeilen langs de Nederlandse Kust, zoals die zijn vastgelegd in het rapport RIKZ/95-008 van het Rijksinstituut voor Kust en Zee. Vervolgens is het duin getoetst met de duinafslag methode zoals is vastgesteld door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

### Overzicht randvoorwaarden en toetsingsresultaten

Tabel B 7.1 Overzicht randvoorwaarden en toetsingsresultaten sterkteberekening Belgische duin voor het Zwin

Stormvloed-frequentie	Toegepaste randvoorwaarden				Resultaten	
	Rekenpeil (m + NAP)	Golfhoogte (m)	Golfperiode (s)	Korrel diameter $D_{50}$ (m. $10^{-6}$ )	Afslag - toeslag (m tov nulpunt)	Afslag + toeslag (m tov nulpunt)
$2,5 \times 10^{-5}$	5,82	5,45	8	258	-28	-39
$10^{-4}$	5,54	5,05	8	258	-20	-32
$2,5 \times 10^{-4}$	5,35	4,70	8	258	-15	-26
$10^{-3}$	5,05	4,45	8	258	-9	-19
$10^{-2}$	4,55	3,90	8	258	0	-6

Het maximaal toelaatbare Afslag + Toeslag is vastgesteld conform die voor veiligheid van duinen. Dat wil zeggen dat er rekening is gehouden met het overblijven van een restprofiel. Als het gaat om de faalkans van het duin dan moet de stormvloedfrequentie met een factor 10 worden vermenigvuldigd.



Op basis van de in hoofdstuk 4 besproken criteria zijn de effecten van de scenario's beoordeeld. Dit is als volgt uitgevoerd.

Op grond van de beschrijving van de effecten in hoofdstuk 5 en met behulp van de relatie tussen vegetatie en waterstanden (hoofdstuk 3, figuren 6.1, 6.3 en 6.5) is de oppervlakte geschat die de verschillende ecotopen op lange termijn innemen na uitvoering van de maatregelen. Deze schattingen zijn in tabel 6.1 gegeven onder 'Beeld op lange termijn'.

De effecten van de scenario's op de verschillende criteria zijn beoordeeld ten opzichte van de huidige situatie. Aangegeven is of er een verbetering of verslechtering ten aanzien van het desbetreffende criterium optreedt, en van de mate waarin dit het geval is. Hiervoor is een semi-kwantitatieve schaal vijf-punts-schaal gebruikt, lopend van ++ (sterke verbetering) tot -- (sterke verslechtering).

De aan de scenario's toegekende scores zijn hierna toegelicht per criterium.

## ABIOTISCHE ASPECTEN

### verlandingsnelheid geulen

SPO	geulen verzanden geheel
HAZ, ESP	geulen verzanden voor het grootste deel
KBI	geulen verzanden minder snel, daardoor in huidige omvang gehandhaafd of kleine afname
KBE	geulen verzanden voor het grootste deel; doordat ook geulenstelsels ontstaan in de Willem Leopoldpolder neemt de oppervlakte aan geulen toch iets toe ten opzichte van de huidige situatie

### verlandingsnelheid schor

SPO, ESP	sneller dan voorheen verlopende verzanding; daardoor sterke ophoging schorren en uiteindelijk vrijwel geheel verdwijnen daarvan
HAZ	verzanding blijft in het huidige tempo doorgaan; areaal schorren daardoor sterk verkleind
KBI	blijvende, maar vertraagde verzanding als gevolg van concentratie van de verzanding in de periodiek afgegraven delen
KBE	blijvende, maar vertraagde verzanding als gevolg van spreiding van het sediment over een grotere oppervlakte; schorareaal neemt toe ten opzichte van huidige situatie door vorming nieuwe schorren in Willem Leopoldpolder

### oppervlakte slik

SPO, HAZ	
en ESP	slik verdwijnt geheel
KBI	slikoppervlakte neemt blijvend iets toe door periodiek afgraven
KBE	gelijkblijven of geringe afname van oppervlakte slik in het Zwin; toename in de Willem Leopoldpolder; daardoor in totaal enige toename

#### **ontwikkeling geulen**

SPO	geen enkele ontwikkeling van geulen mogelijk
HAZ, ESP	nauwelijks vorming van nieuwe geulen of geulverlegging
KBI, KBE	geulvorming en geulverlegging blijft ongeveer in dezelfde mate optreden als nu het geval is

#### **overstroming: oppervlakte, duur en getijverschil**

SPO	overstroming treedt niet of nauwelijks meer op
HAZ, ESP	overal in het gebied een lage en onregelmatige overstromingsfrequentie, korte duur
KBI	weinig verandering ten opzichte van de huidige situatie; periodiek (kort na uitgraven meertjes) enige verbetering (hogere frequentie en duur)
KBE	hoge frequentie maar door kleine getijslag relatief klein oppervlak en relatief lange duur; daardoor sterk afwijkend van het natuurlijke overstromingsregiem

#### **VEGETATIE**

##### **zeldzaamheid ecotopen**

SPO	tegenover het verdwijnen van de (inter-)nationaal zeldzame ecotopen slik en schor staat de sterke toename van het eveneens zeldzame ecotoop 'vochtige duinvallei'
HAZ	tegenover het verdwijnen van de (inter-)nationaal zeldzame ecotopen slik en schor staat de sterke toename van het veel minder zeldzame ecotoop 'ruigte'
KBI	handhaving en mogelijk geringe toename van schorren en slikken
KBE	lichte toename van schorre en slikken
ESP	tegenover het verdwijnen van de (inter-)nationaal zeldzame ecotopen slik en schor staat de vrij sterke toename van het eveneens zeldzame ecotoop 'vochtige duinvallei'

##### **kenmerkendheid ecotopen**

SPO, ESP	geen van de aanwezige ecotopen is kenmerkend voor een zout intergetijdengebied
HAZ	de voor een zout intergetijdengebied specifieke ecotopen (slik en schor, geulen) verdwijnen grotendeels
KBI	kenmerkende ecotopen blijven behouden of nemen iets toe
KBE	in het Zwin nemen de kenmerkende ecotopen (slik, schor, geulen) af, terwijl in de Willem Leopoldpolder een flinke toename optreedt; deze nieuwe ecotopen zijn echter veel minder dynamisch (als gevolg van de sterk gedempte getijslag) en daarom minder kenmerkend dan de thans aanwezige schorren

##### **biodiversiteit planten**

SPO	het totale aantal plantesoorten zal sterk toenemen; vochtige duinvalleivegetaties zijn over het algemeen zeer soortenrijk
HAZ, KBI	er treedt vrijwel geen verandering op
KBE	vrij sterke toename van het aantal soorten door de vergroting van het areaal en het ontstaan van een afwijkend type schorvegetatie in de Willem Leopoldpolder
ESP	vrij sterke toename van de diversiteit als gevolg van de zoetwaterinvloed door spui en de ontwikkeling van vochtige duinvalleivegetaties

### **kenmerkende soorten**

- SPO, ESP soorten die kenmerkend zijn voor een zout intergetijdengebied verdwijnen grotendeels
- HAZ de meeste voor een zout intergetijdengebied specifieke soorten blijven aanwezig, maar hun populaties nemen in omvang sterk af
- KBI kenmerkende soorten blijven behouden of nemen iets toe
- KBE in het Zwin nemen de populaties van kenmerkende soorten in omvang af, terwijl in de Willem Leopoldpolder een flinke toename optreedt; nieuwe kenmerkende soorten zullen zich nauwelijks vestigen

### **FAUNA**

#### **oppervlakte kustvogelhabitats**

- SPO verdwijnen grotendeels, alleen broedgebied blijft ten dele in stand
- HAZ, ESP minder grote afname
- KBI geschikte habitats blijven bestaan of nemen zelfs iets toe (slik)
- KBE vrij sterke toename van voor steltlopers, eenden en sterns geschikte habitats (schor, slik, ondiep zout water)

#### **diversiteit vogels**

- SPO, ESP toename van het aantal soorten door toevoegen van zoetwatermilieus
- HAZ mogelijk geringe afname van het aantal soorten
- KBI mogelijk geringe toename van het aantal soorten
- KBE toename door toevoegen van groot zoutwatermeer en slik, schor en groot areaal ruigte

### **kenmerkende soorten**

- SPO sterke afname, met name van steltlopers
- HAZ, ESP vrij sterke afname, met name van steltlopers
- KBI ongeveer gelijk aan de huidige situatie
- KBE ongeveer gelijk aan de huidige situatie of enige toename

### **verstoring**

- SPO gebied wordt beter toegankelijk, daardoor meer kans op verstoring
- HAZ, ESP situatie blijft ongeveer gelijk
- KBI situatie blijft ongeveer gelijk, mogelijk enige verbetering door toename van de oppervlakte slik en water
- KBE de kans op verstoring neemt sterk af door de grotere oppervlakte van het gebied en de geringere toegankelijkheid als gevolg van de diep landinwaarts doordringende geul

### **LANDSCHAP**

#### **visueel-ruimtelijke kwaliteit**

- SPO het gebied wordt droger, dichter begroeid en door struikopslag minder open; het verliest daardoor in belangrijke mate de landschappelijke kenmerken van een zout intergetijdengebied
- HAZ hiervoor geldt hetzelfde als voor SPO, zij het in iets mindere mate
- KBI de landschappelijke kenmerken blijven ongeveer gelijk
- KBE door een toename van de grootschaligheid en de openheid en de versterking van het natte karakter, en door het beeld dat ontstaat van een diep het land binnendringende afgesneden zeearm neemt zout intergetijdengebied de landschappelijke kwaliteit sterk toe

## FINANCIELE ASPECTEN

### grondverwerving (Mf)

KBE de genoemde bedragen zijn ontleend aan de Alternatievennota Herstel Natuur Westerschelde (Heidemij Advies, in opdracht van Rijkswaterstaat directie Zeeland, 1996)

### inrichting (Mf)

KBI naar schatting moet 200.000 m<sup>3</sup> worden ontgraven; bij een prijs van f 15,- per m<sup>3</sup> komt dit neer op Mfl 3 / MBfr 60;

KBE voor het scenario KBE-100% wordt uitgegaan van de volgende kosten: Mfl 20 / MBfr 400 voor de aanleg van 9 km nieuwe waterkering, Mfl 5 / MBfr 100 voor de overige inrichting en afwerking van het gebied voor de scenario's KBE-50 en KBE-25 zijn dezelfde uitgangspunten gebruikt maar is rekening gehouden met de kleinere oppervlakte en dijk lengte

ESP de kosten van aanleg van een gemaal worden geschat op Mfl 10 / MBfr 200



Tabel B 8 Te verwachten netto opwaarts zandtransport (in m<sup>3</sup>/gem. springtij) op basis van de modelberekeningen van WL Borgerhout voor de varianten van de scenario's KBI\*: Vergroten van de komberging door het verbreden en verdiepen van de hoofdgeul en aangeleggen hogere delen en het verdiepen van de overige geulen en het scenario KBE\*: het verhogen van de komberging door ontpolderen van de Willem Leopoldpolder (varianten 100% en 25%) en het verbreden en verdiepen van de hoofdgeul

Sectie	Uitgangssituatie C	Scenario (toestand) KBE*100 (T25)	KBE*25 (T26)	KBI* min (T27)	KBI* max (T28)
<b>Hoofdgeul</b>					
3	-1,429	-6,533	-0,674	-0,120	-0,749
4	-0,821	-6,504	-0,670	-0,141	-0,562
5	-0,404	-6,221	-0,591	-0,122	-0,128
6 <-> B	-0,547	-6,006	-0,547	-0,125	-0,422
7	0,060	-5,890	-0,517	-0,146	-0,483
8	0,035	-5,753	-0,472	-0,161	-0,497
9	0,056	-5,434	-0,366	-0,148	-0,413
10	-0,421	-4,916	-0,202	-0,122	-0,233
11	-0,815	-4,514	-0,072	-0,136	-0,062
12	0,061	-4,080	0,092	-0,143	0,175
13	0,020	-3,590	0,301	-0,149	0,530
14	-0,876	-2,964	0,617	0,072	1,287
15 <-> D	0,013	0,005	0,012	0,006	0,494
16	0,027	0,009	0,027	0,008	0,464
17	0,028	0,009	0,028	0,019	0,443
40 <-> E	0,012	0,004	0,012	0,003	0,206
41 <-> F	0,008	0,002	0,007	0,003	0,154
41	0,002	0,001	0,002	0,000	0,048
43	0,001	0,000	0,001	0,000	0,016
<b>Geul B</b>					
19	0,008	0,007	0,005	-0,014	0,333
20	0,016	0,015	0,013	0,005	0,241
21	0,015	0,013	0,013	0,011	0,171
22	0,009	0,009	0,008	0,011	0,110
23	0,006	0,006	0,005	0,008	0,058
24	0,002	0,002	0,002	0,003	0,119
<b>Geul D</b>					
26					1,014
27 <-> polder	0,024	-0,078	-0,059	-0,101	0,754
28	0,030	-0,055	-0,063	0,044	0,768
29	0,033	-0,007	-0,005	0,039	0,759
30	0,035	0,004	0,009	0,036	0,728
31	0,036	0,012	0,016	0,032	0,679
32	0,036	0,015	0,020	0,027	0,615
33	0,034	0,016	0,022	0,022	0,537
34	0,031	0,016	0,021	0,017	0,444
35	0,026	0,015	0,019	0,012	0,341
36	0,019	0,012	0,015	0,008	0,233

Sectie	Uitgangssi- tuatie	Scenario (toestand)			
	C	KBE*100 (T25)	KBE*25 (T26)	KBI* min (T27)	KBI* max (T28)
37	0,011	0,007	0,009	0,004	0,129
38	0,004	0,002	0,003	0,001	0,043
Geul E					
44	0,013	0,002	0,013	0,016	0,116
45	0,014	0,007	0,015	0,016	0,042
46	0,005	0,003	0,005	0,006	0,015
Geul F					
41	0,003	0,006	0,003	0,006	0,022
47	0,002	0,004	0,003	0,004	0,010
Polder					
		-0,074	0,777		
49		-2,330	0,595		
50		-2,522	0,535		
51		-2,472	0,276		
52		-2,350	0,101		
53		-1,374	0		
54		0,444			
55		1,642			
56		1,647			
57		1,671			
58		0,870			
59		0,835			
60		0,611			
61		0,436			
62		0,350			
63		0,353			
64		0,041			
65		0			





**LB&P** ecologisch advies bv

Lauwers 1  
Postbus 618  
9400 AP Assen  
Telefoon (0592) 39 22 60  
Fax (0592) 35 11 55

Zuiderparkweg 284  
Postbus 1426  
5200 BL 's-Hertogenbosch  
Telefoon (073) 680 93 30  
Fax (073) 613 34 68

Utrechtseweg 68  
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Telefoon (026) 377 87 00  
Fax (026) 442 87 69



Studie- en adviesbureau voor landinrichting en terreinbeheer  
Tentoonstellingslaan 137, 9000 Gent (België)